

ALAN

Volumen 43. Nº 3. Septiembre 1.993

A R C H I V O S

Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

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

Continuación de Archivos Venezolanos de Nutrición

D E N U T R I C I O N



Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) es editado como órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), para la divulgación de conocimientos en el campo de la alimentación y de la nutrición principalmente en el Hemisferio Americano. En sus páginas se acogen manuscritos en español, inglés, portugués y francés, tanto de miembros como de aquellos que no sean miembros de la Sociedad, y de cualquiera de las siguientes categorías:


1. Trabajos generales (revisiones científicas críticas); 2. Trabajos de investigación (originales); 3. Trabajos de nutrición aplicada (resultados analíticos de programas de intervención y discusión de recomendaciones de aplicación práctica), y 4. Cartas al Editor (comentarios cortos de interés general o relacionados con resultados o conceptos científicos publicados previamente en *Archivos*).

Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN) is the official publication of the Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), for the dissemination of knowledge in the fields of food and nutrition, principally throughout the American Hemisphere. Articles in Spanish, English, Portuguese and French are accepted, both from the Society members and from nonmembers, in the following categories: 1. General articles (critical scientific reviews); 2. Research articles (originals); 3. Papers in applied nutrition (analytical results from intervention programs and discussion of recommendations of practical application), and 4. Letters to the Editor (short comments of general interest or about scientific facts and concepts previously published in *Archivos*).

Dirección: Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Apartado 62.778. Chacao.
Avenida Francisco de Miranda
Caracas 1060. Venezuela, S.A.
Fax (58-2) 284.85.43

ENTIDADES PATROCINANTES

- **Fundación CAVENDES**
Caracas, Venezuela
- **Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)**
Guatemala, Guatemala C.A.
- **KELLOGG'S América Latina**
- **Protein Technologies International**
Caracas, Venezuela
- **CONICIT. Venezuela**
-  **PRODUCTOS ROCHE. América Latina**
- **Fundación POLAR**

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 43

SEPTIEMBRE 1993

Nº 3

Contenido

| | Páginas |
|---|---------|
| ARTICULOS GENERALES | |
| Nutrición de alimentos con énfasis en el agregado de micronutrientes a la harina de trigo. Guillermo Arroyave..... | 186 |
| TRABAJOS DE INVESTIGACION | |
| Nutrición Humana | |
| Interacción madre-hijo y conducta del niño en preescolares con antecedentes de anemia por deficiencia de hierro en la infancia. Isidora De Andraca Oyarzún, Isabel Salas Aliaga, Alicia de la Parra Cieciva y Beatriz González López..... | 191 |
| Índice subescapular/tricipital: Valores percentilares en niños y adolescentes cubanos. Emilio Martínez, Mayra Devesa, Jorge Bacallao y Manuel Amador..... | 199 |
| Metodología de atención de niños con fenilcetonuria (FC) y enfermedad de la orina con olor a miel de arce (EOMA). Zulema Jiménez Soto..... | 204 |
| Listas de intercambio de alimentos para usar en la fenilcetonuria y en la enfermedad de la orina con olor a miel de arce. Zulema Jiménez Soto..... | 211 |

Bioquímica Nutricional

| | |
|---|-----|
| Effect of cassava bread supplementation on energy intake of rats. Mercedes Schnell, M. E.Carvajal and B. Anchustegui..... | 217 |
|---|-----|

Ciencias de Alimentos

| | |
|---|-----|
| Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado eviscerado. Rafael Bello, Elizabeth Cardillo y Raúl Martínez..... | 221 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| Estudio del efecto de la adición de frutas tropicales piña (<i>Ananás comosus</i>) y lechosa (<i>Carica papaya</i>) en la elaboración del ensilado biológico de pescado. Rafael Bello, Elizabeth Cardillo y Raúl Martínez..... | 228 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| Sustitución de bromato de potasio por ácido ascórbico en la elaboración de pan francés. Xiomara Corrales, Marisa Guerra, Marisela Granito y Julián Ferris..... | 234 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| Desarrollo de confites proteicos a base de soya para deportistas. E. Wittig de Penna , A. Bunger, M. Sansur, L. López, R. Santana..... | 241 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| Extracción y caracterización de las zeínas del grano de diez cultivares de maíz. Ligia Ortíz de Bertorelli..... | 248 |
|---|-----|

Latin Foods: Composición de Alimentos

| | |
|--|-----|
| Carne de vizcacha (<i>Lagostomus maximus maximus Blainv</i>). Valor Biológico. Mirta L de Arellano, Juan M Luco, Silvia Fernández, Yolanda Micalizzi, Mónica Fisetti, Julia B. Lucero, Sara Mucciarelli..... | 254 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| Fibra dietética soluble, insoluble y total en cereales, productos derivados de su procesamiento y en productos comerciales a base de cereales. Elba Sangronis y María Alejandra Rebolledo..... | 258 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| Estudio de la composición química de 6 plantas no convencionales del Estado de Oaxaca, México, como recursos potenciales en la alimentación animal. Arellano M.L., Carranco J.M., Pérez-Gil R.F., Hernández P.E., Partida I.H., Ripoll S.H..... | 264 |
|--|-----|

| | |
|-------------------|-----|
| NOTAS..... | 269 |
|-------------------|-----|

| | |
|--|-----|
| INFORMACION PARA LOS AUTORES..... | 270 |
|--|-----|

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 43

SEPTEMBER 1993

Nº 3

Contents

Pages

GENERAL ARTICLES

Food nutrification with emphasis in micronutrient addition to wheat flour.
Guillermo Arroyave..... 186

RESEARCH PAPERS

Human Nutrition

Iron deficiency anemia during infancy: Mother -child interaction and child behavior at preschool age. Isidora De Andraca Oyarzún, Isabel Salas Aliaga, Alicia de la Parra Cieciva and Beatriz González López..... 191

Subscapular/triceps index: Percentiles in Cuban children and adolescents.
Emilio Martínez, Mayra Devesa, Jorge Bacallao and Manuel Amador..... 199

Methodology of attention for children with MSUD and PKU.
Zulema Jiménez Soto..... 204

Exchange food list for phenylketonuria and maple syrup urine disease.
Zulema Jiménez Soto..... 211

Biochemical Nutrition

| | |
|---|-----|
| Effect of cassava bread supplementation on energy intake of rats. Mercedes Schnell, M. E.Carvajal and B. Anchustegui..... | 217 |
|---|-----|

Food Science

| | |
|---|-----|
| Microbial fish silage production from several fish species. Rafael Bello, Elizabeth Cardillo and Raúl Martínez..... | 221 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| Effect of tropical fruit juices in the production of microbial fish silage. Rafael Bello, Elizabeth Cardillo and Raúl Martínez..... | 228 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| Potassium bromate substitution for ascorbic acid in bread baking. Xiomara Corrales, Marisa Guerra, Marisela Granito and Julián Ferris..... | 234 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| Development of proteic soy-based candy bars for sportsmen. E. Wittig de Penna , A. Bungler, M. Sansur, L. López, R. Santana..... | 241 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| Extraction and characterization of zeins from grains of ten mayz cultivars. Ligia Ortíz de Bertorelli..... | 248 |
|--|-----|

Latin Foods: Food Composition

| | |
|--|-----|
| Meat of vizcacha (<i>Lagostomus maximus maximus Blainv</i>). Biological value. Mirta L de Arellano, Juan M Luco, Silvia Fernández, Yolanda Micalizzi, Mónica Fisetti, Julia B. Lucero, Sara Mucciarelli..... | 254 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| Soluble and insoluble dietary fiber in cereals and processing by-products and commercial cereal products. Elba Sangronis and María Alejandra Rebolledo..... | 258 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| Study on the chemical composition of 6 non-conventional plants to Oaxaca, Mexico, as potential resources for animal feeding. Arellano M.L., Carranco J.M., Pérez-Gil R.F., Hernández P.E., Partida I.H., Ripoll S.H..... | 264 |
|--|-----|

| | |
|-------------------|-----|
| NOTES..... | 269 |
|-------------------|-----|

| | |
|-------------------------------------|-----|
| INSTRUCTIONS TO AUTHORS..... | 270 |
|-------------------------------------|-----|

Nutrición de alimentos con énfasis en el agregado de micronutrientes a la harina de trigo

Guillermo Arroyave, Ph.D. (Consultor)

RESUMEN. Se ha demostrado que la nutrición de harina de trigo hasta con diez micronutrientes es tecnológicamente factible y nutricionalmente efectiva. Ciertos criterios deben ser satisfechos para determinar si este alimento es apropiado como «vehículo» de nutrición en un país o región en particular. Lo más importante, sin embargo, es cerciorarse que su consumo es extenso entre la población que necesita acciones de prevención y control de deficiencias de vitaminas y minerales específicos. En vista de que es posible que los países de Latinoamérica difieran ampliamente a este respecto, dicha cuestión requiere un cuidadoso escrutinio. Los esfuerzos de planificación y los ensayos iniciales en gran escala en algunos países ilustran el problema más frecuente: el principal obstáculo que ha impedido la consolidación de muchos programas de nutrición en el mundo subdesarrollado no ha sido la falta de factibilidad tecnológica y económica, sino más bien, fallas en el proceso de toma de decisiones al nivel político.

Bases conceptuales para nutrición¹ de alimentos como una intervención nutricional alternativa.

La solución lógica y fundamental al problema de las deficiencias nutricionales en grupos de población, incluyendo deficiencias de algunas vitaminas y algunos minerales importantes, debe tener como base la modificación de los patrones de producción, distribución y consumo de alimentos. Estos cambios radicales deberían lograrse por medio de estrategias agrícolas, educativas y socioeconómicas. Sin embargo, la

¹ El término «nutrición» fue sugerido por J.C. Bauernfeind para evitar la confusión que causan las diferencias triviales entre términos como «fortificación», «enriquecimiento» y «restauración», englobándolos en un concepto único de «agregado de nutrientes a los alimentos».

Editado y Producido por: The Vitamin A Field Support Project (VITAL) International Science and Technology Institute, Inc., 1616 North Fort Myer Drive, Suite 1240 Arlington, VA 22209, U.S.A. Teléfono (703)841-0652. Fax: (703)841-15971

SUMMARY. Food nutrition with emphasis in micronutrient addition to wheat flour. Nutrition of wheat flour with at least ten micronutrients has proven to be technologically feasible and nutritionally effective. Some criteria must be satisfied in order to determine if the food is appropriate as a carrier for nutrition in a country or in a particular region. The most important aspect however, is that to be sure that it is consumed by the population in need of preventive actions and control of specific vitamin and mineral deficiencies. In view of the fact that Latinamerican countries may greatly differ in this respect, such a question deserves careful scrutiny. The preliminary efforts and previous large scale trials in some countries, illustrate the most frequent problem: the main obstacle against successful achievement of many nutrition programs in the developing world has been, not the lack of technological and economical feasibility but the failure to take key decisions at political levels.

aplicación y el resultado exitoso de estas tácticas requieren mucho tiempo, y la extensión y la magnitud de algunas deficiencias dietéticas son tales que la puesta en práctica de intervenciones específicas, de las cuales se esperan resultados de impacto positivo a corto plazo, llega a ser imperiosa. En este contexto debe considerarse la nutrición de alimentos. Cuando se llevan a cabo como es debido, se ha demostrado que los programas de nutrición son muy eficaces en el caso de ciertos micronutrientes esenciales.

Los enfoques de nutrición de alimentos tienen la ventaja práctica de que los miembros de la comunidad no tienen que participar activamente sino que continúan consumiendo el alimento seleccionado como «vehículo», pero ya nutrido, este alimento se convierte en una fuente excelente del nutriente requerido. Además, los proyectos de nutrición generalmente pueden ponerse en práctica rápidamente, varios nutrientes pueden muchas veces ser incorporados simultáneamente y los niveles y las cantidades de los nutrientes se pueden modificar fácilmente. En general, la nutrición es potencialmente la forma menos costosa para corregir o impedir los déficits dietéticos.

Factores que deben considerarse para el establecimiento de un programa de nutrición.

Como primer paso en el establecimiento de un programa de nutrición en un país, debe determinarse la naturaleza y la extensión de las deficiencias nutricionales, la magnitud de los déficits dietéticos en relación a los niveles recomendados de consumo, así como la distribución del problema entre las diferentes regiones ecológicas, los niveles socioeconómicos y los grupos de edad.

El siguiente paso es la selección del alimento que serviría como un «vehículo» apropiado para los nutrientes. Esta selección se basa principalmente en los siguientes criterios: 1) El «vehículo» debería ser un alimento que consume esencialmente toda la población «objetivo», incluyendo los grupos más vulnerables. 2) El consumo *per capita* de tal alimento debería variar dentro de límites muy estrechos de día a día y de persona a persona. 3) El proceso de nutrición no debería resultar en cambios apreciables en las características organolépticas del alimento «vehículo» para asegurar su continua aceptabilidad por los consumidores. 4) El alimento debería pasar por estaciones centrales de procesamiento y almacenaje donde el agregado uniforme del nutriente (o nutrientes) pueda llevarse a cabo bajo condiciones bien controladas(1).

La siguiente consideración importante es la selección del tipo y de la forma de los nutrientes. Los criterios básicos son: 1) La naturaleza química y física de los nutrientes debe asegurar la ausencia de interacciones químicas indeseables con el alimento «vehículo» y con otros nutrientes cuando se agregan como parte de una mezcla de micronutrientes. 2) Los nutrientes deben ser suficientemente estables durante el almacenaje y los procesos de cocción para asegurar que su consumo real sea a niveles que contribuirán significativamente a satisfacer las necesidades nutricionales de la población. 3) El tamaño de las partículas de los nutrientes y su forma deben permitir su combinación con el «vehículo» en una mezcla estable en la cual no ocurra segregación. 4) El costo de los nutrientes no debería de afectar prácticamente el precio del producto final (1,2).

Como se mencionó brevemente antes, el agregado de nutrientes debe ser llevado a cabo en plantas manufactureras o de procesamiento donde existe equipo apropiado. Los procedimientos para el control de la calidad de las operaciones y del laboratorio deben asegurar el respeto a las especificaciones establecidas previamente para el alimento nutricional.

Las vías de venta y de distribución deben determinar cuidadosamente para garantizar que el producto final efectivamente llegue a los grupos de población a los cuales se dirige el programa, aún los más aislados, que por lo general son también los más vulnerables a deficiencias nutricionales.

Nutrición de harina de trigo con vitaminas y minerales.

El trigo es normalmente molido a harina antes de ser usado como alimento. La harina que contiene el grano entero se puede usar. Más frecuentemente, sin embargo, el germen y diversas proporciones de las capas exteriores se quitan de la porción central del grano. Al porcentaje del grano original que se utiliza como harina se le llama «grado de extracción». Una harina con un grado de extracción de 85%, por ejemplo, contiene 85% del grano original, mientras 15% es descartado. El grado de extracción se refiere a la proporción del grano original en la harina y no en el salvado. Por lo tanto, las harinas con grados de extracción bajos han perdido más del endospermo exterior y las capas aleurónicas.

Las harinas de baja extracción, comparadas con las de alta extracción, tienen las siguientes ventajas como «vehículos» para la nutrición: 1) Contiene menos grasa lo cual las hace menos susceptibles a rancidez y, por lo tanto, es más fácil conservarlas. 2) Tienen menos fibra y ácido fólico, sustancias que interfieren en la biodisponibilidad de algunos micronutrientes presentes por naturaleza o agregados como agentes nutritivos. Esto es cierto especialmente para el hierro. 3) Son más blancas y con más uniformidad en su textura y en sus calidades de cocción. Por estas razones parecen ser preferidas para hacer pan por gente de la más variadas culturas.

Una de las consecuencias negativas de un proceso de baja extracción es que cantidades muy importantes de vitaminas del grupo B, hierro y calcio, que están presentes en el grano en su forma original, se pierden. Hace varias décadas este descubrimiento sugirió el concepto y la adopción del «enriquecimiento» o la «restauración». La base conceptual para añadir algunos micronutrientes esenciales a la harina de trigo de baja extracción fue, en realidad, reponer las vitaminas y los minerales perdidos durante la molienda. Aunque este concepto todavía es en parte válido especialmente en países desarrollados, el concepto más general de nutrición prevalece hoy en día. Es decir, que la harina blanca de trigo puede y debería usarse como un «vehículo» ideal para una variedad de nutrientes que se encuentran deficitarios en la dieta de una determinada población aún si algunos de estos nutrientes no estaban presentes en el grano de trigo en su forma original (2).

Desde el principio, se ha acostumbrado añadir una combinación de nutrientes que varían en número desde la premezcla simple usada actualmente en los Estados Unidos que contiene solamente tiamina, riboflavina, niacina y hierro, hasta las mezclas más complejas como la premezcla «Tipo 10» recomendada por el «Food and Nutrition Board of the National Research Council» en 1974 (3). Esta contiene diez nutrientes: tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, folato, vitamina A, hierro, calcio, magnesio y cinc (NRC, 1970). Se llevaron a cabo estudios de viabilidad por varios años con la cooperación de las industrias de fabricación de harina y de panadería y en 1979 el «Inter-Industry Committee» llegó a la conclusión que el agregado a la harina de trigo parecía ser técnicamente

viable. Esta premezcla compleja, sin embargo, no se usa comercialmente a gran escala todavía.

La nutrición de la harina de trigo se ha llevado a cabo muy eficazmente al nivel industrial por varias décadas. La operación se lleva a cabo en los molinos donde se le agrega una premezcla y luego se mezcla para asegurar una distribución uniforme. La tecnología se conoce bien y se aplica en muchos países desarrollados de una manera muy estandarizada.

La nutrición de la harina de trigo con una premezcla que contiene tiamina, riboflavina, niacina y hierro, se inició en los Estados Unidos en la década de los años cuarenta hasta la fecha. Como se ha mencionado, la base conceptual de esta práctica inicial era devolver a la harina algunos nutrientes críticos que se pierden durante la molienda. Después de 25 años, sin embargo, respondiendo a una iniciativa de la UNICEF, el gobierno de los Estados Unidos reglamentó la incorporación de vitamina A a la harina donada a países en desarrollo.

Consideraciones sobre vitaminas y minerales seleccionados como aditivos más importantes para la salud nutricional de las poblaciones de Latinoamérica.

Riboflavina, tiamina y niacina. Estas vitaminas que son solubles en agua, están al alcance en el comercio en una forma cristalina y pura y están listas para ser agregadas a la harina de trigo, generalmente combinándolas en la premezcla en las proporciones prescritas. Son muy fáciles de manejar y notablemente estables. Los estudios han demostrado que la pérdida de estas vitaminas es nula o insignificante bajo condiciones de almacenaje normales. Además la retención durante el horneado y los procesos ordinarios de cocción es satisfactoria también; así, esencialmente toda la cantidad de las vitaminas agregadas está presente en el pan y otros productos elaborados (5,6).

Vitamina A. Desde finales de los años 60 ha sido factible la nutrición de la harina de trigo con vitamina A. La necesidad de agregar esta vitamina a la harina fue primeramente propuesta por la UNICEF, reconociendo su potencial como «vehículo» para este nutriente esencial que estaba, y aún está, en serio déficit en las dietas de millones en el mundo subdesarrollado. La naturaleza aceitosa y la alta inestabilidad de la vitamina A natural pura (retinol y sus ésteres) habían impedido su uso como agente nutritivo para productos de cereales y otros alimentos no grasos. El desarrollo y producción industrial de formas secas y estabilizadas de palmitato de vitamina A de muy pequeño tamaño de partícula han mejorado notablemente la tecnología para la nutrición de una amplia variedad de alimentos (6).

El modelo, y probablemente el producto pionero, fue sintetizado en los laboratorios de Hoffmann-LaRoche, Basilea, Suiza y designado «palmitato de vitamina A 250 SD». Fue concebido especialmente para nutrir harina de trigo pero, al presente se está aplicando a varios otros alimentos (6). Su ingrediente activo es el palmitato de vitamina A en una matriz hidromiscible de goma acasia, lactosa y aceite de coco, más

hidroxitolueno butilado, ácido sórbico y benzoato de sodio como antioxidantes y preservativos. Es un polvo fino de color amarillo claro y de un tamaño de partícula ideal para ser mezclado con la harina de trigo. Su potencia es 250.000 UI por gramo.

Alimentos procesados (pan, pasteles, pastas, etc.) preparados con harina nutricional con premezclas que incluyen vitamina A, son muy aceptables. No se pudieron detectar sabores extraños ni otros cambios organolépticos en pan que había sido nutricional con premezclas aún tan complejas como la premezcla «Tipo 10» propuesta en 1974 por el «National Research Council» de los Estados Unidos (6).

Varios estudios han documentado su estabilidad durante almacenamiento a diferentes temperaturas. Los hallazgos han sido confirmados en la práctica. Colt et al (5) demostraron en 1974 la excelente estabilidad de la vitamina A en harina y en pan aún en presencia de hierro, zinc, magnesio y calcio. Otra investigación representativa es la de Liu y Parish (7), cuyos resultados se resumen en la Tabla 1. Estos investigadores mostraron, además, que la vitamina A en la harina después de almacenamiento era completamente biodisponible para el crecimiento y las reservas hepáticas de ratas experimentales

TABLA 1
BIOPOTENCIA DE VITAMINA A DESPUES DE
ALMACENAMIENTO EN HARINAS FORTIFICADAS (7)

| Condiciones de almacenamiento | Harina de maíz | Harina blanca de pan |
|-------------------------------|-----------------|----------------------|
| 3 meses, 40° C | 99 ¹ | 98 |
| 3 meses, temp. ambiente | 98 | 99 |
| 3 meses, 45° C | 97 | 95 |
| 12 meses | — | 95 |

1 Las cifras son porcentajes de retención.

Es comprensible que, desde un principio, una importante preocupación fue el grado al cual la vitamina A agregada resistiría el proceso de horneado para la preparación de pan y pasteles, así como otros procedimientos de cocción. Ensayos preliminares aislados se llevaron a cabo antes de 1974, con resultados halagadores. En 1980, Parish et al publicaron los resultados de una investigación muy completa para determinar las pérdidas de la vitamina en alimentos preparados con harinas nutricionales y la posible destrucción adicional durante el almacenamiento. Estas pruebas fueron efectuadas como parte de un estudio de factibilidad de una propuesta de nutrición de productos de cereales en los Estados Unidos («Proposed Fortification Policy for Cereal Grain Products», U.S. National Research Council). Los resultados de estos estudios se resumen en la Tabla 2, y confirman la muy satisfactoria estabilidad de la Vitamina A bajo las condiciones del ensayo, las cuales estaban diseñadas para simular las condiciones reales de procesamiento y tratamiento en la práctica. Los datos obtenidos con pastas fabricadas con semolina nutricional

detectaron cerca de 82-85% de la vitamina agregada después de varios meses de almacenamiento a 25° y 40° C.

TABLA 2
PORCENTAJE DE RECUPERACION DE VITAMINA A
EN PRODUCTOS DE CEREALES PREPARADOS CON
HARINAS FORTIFICADAS (8)

| Producto | Fresco | Almacenado |
|-------------------------------|--------|-----------------|
| Pan | | |
| Blanco ^a | 103 | 97 ^b |
| Blanco ^a | 97 | — |
| Tostado (claro) ^c | 100 | — |
| Tostado (oscuro) ^c | 93 | — |
| Pan blanco ^d | 104 | 99 ^b |
| Pan de maíz ^e | | |
| Fresco ^f | 91 | — |
| Secado ^g | 97 | — |
| Pastel | | |
| Blanco | 89 | 72 ^h |
| Amarillo | 100 | 89 ^h |
| Panqueques ⁱ | 97 | — |

- preparado con harina con hierro electrolíticamente reducido; algunas pequeñas manchas de moho en la muestra de 6 días.
- almacenamiento por 6 días.
- recuperación en el pan tostado de la vitamina A original en el pan fresco.
- preparado con harina con sulfato ferroso.
- harina de trigo y maíz molido en partes iguales.
- no fue secado antes del análisis.
- el mismo tratamiento que las otras muestras de pan
- almacenado por 5 días
- preparados con harina de trigo fortificada, harina de maíz y maíz molido.

El total de la evidencia no deja dudas sobre la excelencia del palmitato de vitamina A 250 SD para la nutrición de harina de trigo.

Hierro. Como se mencionó, las harinas de baja extracción tienen la desventaja que su contenido de hierro se ve marcadamente reducido durante la molienda. Sin embargo, debido a que durante el proceso se extraen también sustancias como la fibra y los fitatos que, al estar presentes, interfieren con la absorción del hierro, el refinamiento convierte a la harina de trigo en un «vehículo» muy adecuado para la nutrición con este mineral. Los compuestos de hierro deben ser sometidos a pruebas estrictas en el marco de los criterios discutidos en la sección II para determinar si son apropiados como nutrificantes de la harina de trigo: a) su biodisponibilidad debe permitir una absorción intestinal similar, o al menos sólo ligeramente inferior, a la absorción promedio del hierro naturalmente presente en dietas mixtas; b) después de su incorporación en la harina su sabor debe ser

indetectable; c) el tamaño y la forma de sus partículas debe ser apropiado para permitir una mezcla homogénea con la harina y con los otros ingredientes de la premezcla; d) la naturaleza química del compuesto de hierro debe asegurar un bajo grado de reactividad en el producto final.

Se ha ensayado un extenso número de compuestos de hierro, pero muchos de estos muestran una o más desventajas importantes. Al presente, las formas de hierro metálico pulverizado (hierro reducido, hierro carbonilo y hierro electrolítico) así como el sulfato ferroso, son los más comúnmente recomendados como aditivos para harina de trigo (9,10).

El sulfato ferroso es uno de los más baratos y su biodisponibilidad es adecuada, pero su reactividad química es alta lo cual limita su uso. Por ejemplo, esta sal ferroso es apropiada si la harina va a ser consumida dentro de pocas semanas. Si el almacenamiento se prolonga por tiempos muchos más largos ocurren interreacciones químicas que pueden resultar en rancidez.

Las formas de hierro reducido en polvo son químicamente inertes y son solubles solamente a pH ácido. Son además relativamente baratas. Su absorción intestinal es mayor cuanto menos es su tamaño de partícula, o sea cuanto más extensa su área superficial por unidad de peso. Por las razones señaladas, las preparaciones finamente pulverizadas son las preferidas para agregar a harinas que van a ser almacenadas por períodos largos de tiempo (9,10).

Los científicos en las áreas de nutrición y alimentos continúan las investigaciones para identificar compuestos aún mejores para nutrición con hierro. Como ejemplo puede citarse el trabajo de Hallber et al (11) mostrando que el ortofosfato férrico amónico microcristalino da resultados aceptables en términos de biodisponibilidad y compatibilidad química.

Otros micronutrientes. Además de la riboflavina, la niacina y la tiamina, otras dos vitaminas hidrosolubles, la piridoxina y el folato, han sido propuestas y sometidas a ensayos para la nutrición de harina. Su agregado no presenta ningún problema tecnológico. Cort et al (5) demostraron desde 1976 que estas dos vitaminas incorporadas a una premezcla compleja que contenía además vitamina A, hierro, zinc, magnesio y calcio, eran estables como nutrificantes en harina de trigo, pan y harina de maíz. Su inclusión en las premezclas en uso actual no ha sido adoptada oficialmente ni aún en los Estados Unidos, quizás porque sus deficiencias no parecen representar un problema nutricional de consideración, excepto posiblemente el folato en mujeres embarazadas en algunas áreas subdesarrolladas.

El calcio, el zinc y el magnesio son ingredientes de la fórmula de premezcla Tipo 10 (National Research Council, U.S., 1974). El magnesio es el único que ha mostrado efectos adversos para la calidad del pan pero, recientemente, el magnesio elemental finamente pulverizado está dando resultados prometedores en ensayos preliminares (12). Los com-

puestos de calcio que son adecuados incluyen el sulfato, el carbonato y el óxido (13). Tampoco se han demostrado problemas con compuestos de zinc tales como el sulfato, el cloruro, el óxido, y el estearato (14). No existe evidencia inequívoca de que las deficiencias de estos minerales constituyan un problema generalizado importante de salud pública nutricional. Su incorporación en las premezclas se recomendaría sin embargo, en caso de obtenerse a través de encuestas nutricionales, información convincente que lo justifique.

Ensayos en gran escala para la nutrifación de harina de Jordania (15).

Jordania (15).

En 1966 se iniciaron en este país, con la asesoría técnica de la Oficina de Investigación Internacional de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos, ensayos para la nutrifación de harina de trigo con vitamina A, riboflavina, tiamina, niacina y hierro. La inclusión de esta experiencia en el presente documento pareció justificada en vista de que ilustra los importantes pasos tomados en la planificación del programa.

La producción de harina de trigo, así como su consumo por la población de Jordania fueron documentados en primer término. Con base en una producción anual de trigo de 335.000 toneladas y asumiendo 80% de extracción, se calculó que el consumo de harina de trigo era 268.000 toneladas de las cuales alrededor de 76.000 eran importadas. El primer alimentador mecánico de premezcla fue instalado en uno de los grandes molinos, en el cual se llevaron a cabo estudios de factibilidad iniciales. Las instalaciones operaron eficientemente y la harina nutrifada fue examinada para comprobar su homogeneidad de mezcla y analizada para determinar su contenido de las vitaminas agregadas. En vista de que por ese entonces era ya evidente que las vitaminas hidrosolubles no presentaban ningún problema, los análisis se concentraron en vitamina A, especialmente su estabilidad durante el almacenamiento y durante el proceso de horneado para la preparación de pan tipo arábico. Los resultados fueron altamente aceptables, siendo las pérdidas durante el horneado de tan solo el 2%.

Con base en estos resultados halagadores se programó la instalación de equipos alimentadores de premezcla en los otros nueve molinos grandes del país y se propuso un diseño de estudios clínicos para determinar el impacto nutricional de la intervención. De acuerdo con el plan original se esperaba que el siguiente paso hubiera sido la promulgación de legislación para la regulación del nuevo programa de acuerdo con lo recomendado por el Comité Técnico Ejecutivo, cuerpo consultor del «Higher Nutritional Council» de Jordania.

Desafortunadamente, tal como fue informado por Brooke (16) el estallido de hostilidades en el país en junio de 1968 no permitió la completa realización del programa. Los estudios descritos demostraron, sin embargo, que el nivel de vitamina A disminuyó insignificamente durante el almacenamiento y que la destrucción de la vitamina por efecto del proceso de horneado para la preparación de pan tipo arábico era también mínima.

India (16). Experiencias similares fueron descritas en la India en 1966. Estudios de factibilidad fueron llevados a cabo en una gran industria de panificación del gobierno en Bombay. Como es el caso de Jordania, la premezcla contenía hierro, riboflavina, niacina, tiamina y vitamina A (250 SD), esta última al nivel de potencia de 8000 UI por kilogramo de harina. Factores de orden administrativo obstaculizaron la extensión del programa a nivel nacional.

REFERENCIAS

1. Arroyave, G.J. R. Aguilar, M. Flores and M.A. Guzman. «Evaluation of sugar fortification with Vitamin A at the National Level». Panamerican Health Organization Scientific Publication Nº 384. Washington, D.C.: PAHO, 1979.
2. Bauernfeind, J.C. and G. Arroyave. «Control of Vitamin A deficiency by the nutrifaction of food approach». Vitamin a deficiency and its control. Ed. J.C. Bauernfeind. Orlando, FL: 1986. 359-88.
3. National Research Council, National Academy of Sciences «Proposed Fortification Policy for Cereal Grain Products». NRC Report. Washington, D.C.: NAS, 1974.
4. Vetter, J.L. «Final Report. Inter-Industry Committee». American Institute of Baking New York: 1979.
5. Cort, W.H.B. Borenstein, J.N. Harley, M. Osadca and J. Scheiner. Nutrient stability of fortified cereal products. Food Technol. 30 52-60. 1976.
6. Rubin, S.H., A. Ermodi and L. Scialpi. Micronutrient Additions to Cereal Products. Cereal Products. Cereal Chem. 50: 895-904. 1977.
7. Liu, L.I. and D.B. Parrish. Biopotency of Vitamin a in fortified flour and accelerated storage. J. Agr. Food. Chem, 27: 1134-36. 1979.
8. Parrish, D.B., L. Herod, J.G. Ponte, P.A. Seib, C.C. Tsen and K.A. Adams. Recovery of Vitamin A in Processed foods made from fortified flours. J. Food Sci. 45:1438-39. 1980.
9. INAGG. «Guidelines for the Erradication of Iron Deficiency Anemia» A report of the Nutritional Anemia Consultative Group. New York: The Nutrition Foundation, 1977.
10. Bauernfeind, J.C. and E. Deritter. «Foods Considered for Nutrient Addition: Cereal Grain Products». Nutrient Additions to Food. Ed. J.C. Bauernfeind and P.A. Lachance. Trumbull, CT: Food and Nutrition Press, Inc., 143-209. 1991.
11. Hallberg, L., L. Rossander-Hulthen and E. Gramathkovski. Iron fortification of flour with a complex ferric orthophosphate. Am. J. Clin. Nutr. 50 : 129-35. 1989.
12. Ranhotra, G.S. and G.L. Winteringer. Use of Magnesium Powder in Fortified Bread. Cereal Chem. 58 : 446-47. 1982.
13. Ranhotra, G.S., C. Lee and J.A. Gelroth. Expanded Cereal Fortification: Bioavailability and Functionality (Bread Making) of Various Calcium Sources. Nutr. Rep. Int. 22: 469-75. 1980.
14. Ranhotra, G.S., R.J. Loewe and L., V. Puyat. Bioavailability and functionality of zinc in various organic and inorganic sources. Cereal Chem. 54: 496-99. 1977.
15. Brooke, C.L. «Fortification of wheat flour in Jordan with Vitamin A. Thiamine, Riboflavin, Niacin and Iron». Centennial Proceedings, Univ. of Beirut, 1968.
16. Brooke, C.L. «Fortification of Food Products with Vitamin A with Special Reference to Fortification of Cereals and Cereal Grain Products in India». Proceedings of the Western Hemisphere Nutrition Congress, San Juan, Puerto Rico. Am. Med. Assoc. Chicago, Illinois, 1968.

Recibido: 25-08-93

Aceptado: 07-01-94

Interacción madre-hijo y conducta del niño en preescolares con antecedentes de anemia por deficiencia de hierro en la infancia*

*Isidora De Andraca Oyarzún, Isabel Salas Aliaga, Alicia de la Parra Cieciva
y Beatriz González López.*

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

RESUMEN. La anemia infantil es un desorden nutricional de alta prevalencia a nivel mundial. Estudios realizados en las últimas dos décadas señalan una asociación entre este déficit nutricional y rendimientos disminuidos en pruebas de desarrollo psicomotor. Se ha documentado además cambios en la conducta, como por ejemplo menor responsividad al medio y a personas, irritabilidad e inhibición. Evaluaciones de seguimiento de preescolares que sufrieron anemia en los primeros dos años de vida sugieren que los efectos cognitivos observados precozmente se mantienen en el largo plazo. Se estudió 35 preescolares (edad promedio 5 años 6 meses), 20 de ellos fueron anémicos al año de edad y 15 tenían un estado nutricional de hierro normal. Se analizó características conductuales de los niños y de la interacción madre-hijo. Todos los niños participaron en una situación semiestructurada de juego libre y enseñanza de una tarea la que fue filmada y posteriormente codificada a través de una pauta especialmente diseñada. Los resultados sugieren que los niños con antecedentes de anemia durante el primer año de vida mostrarían un menor nivel de actividad, serían más inhibidos y temerosos que pares controles con un estado nutricional de hierro normal a los doce meses de edad. Los patrones de interacción madre-hijo de ambos grupos también presentan diferencias, donde las madres de los niños que fueron anémicos interactúan principalmente en respuesta al niño, en tanto que las del grupo control frecuentemente enriquecen y amplían la interacción. Si bien los resultados no son concluyentes, resultan orientadores de futuras investigaciones en el área, las que son necesarias para dilucidar la compleja interrelación anemia y conducta.

SUMMARY. Iron deficiency anemia during infancy: Mother-child interaction and child behavior at preschool age. Iron deficiency anemia is a highly prevalent nutritional disorder. Research in the last two decades shows that if this nutritional disorder occurs during the first two years of life it is associated with poor psychomotor performance and changes in behavior, such as reduced levels of responsivity to persons and stimuli, irritability and inhibition. Further studies demonstrate that effects observed during infancy persist in the long term; preschool children who were anemic at twelve months show lower cognitive and motor scores than control children with normal iron nutritional status. In the study we evaluated 35 preschool children with an average age of 5 years and 6 months, 20 were anemic at one year and 15 had normal iron status. Behavior characteristics of the child and the mother-child interaction patterns were analyzed. All children participated in a semistructured play and teaching task trial which was filmed and later codified through a specially designed guideline. Results suggest that formerly anemic preschool children are less active, more inhibited and timid than the corresponding controls. Mothers of children with normal iron status during infancy are more responsive, having a rich two-way interaction with their sons, while mother of preschool children who were anemic are more frequently restricted to a response to the child. Although findings are not conclusive, they may direct future studies designed to clarify the complex relationship between anemia and behavior.

INTRODUCCION

Los efectos de la anemia por deficiencia de hierro sobre el desarrollo psicomotor en los primeros años de vida han sido ampliamente descritos en la literatura. Trabajos realizados en la última década demuestran un efecto de asociación entre este trastorno nutricional y una disminución significativa del co-

*Estudio financiado por Nestlé Foundation, Switzerland

eficiente de desarrollo psicomotor. Las diferencias observadas entre los anémicos y sus pares controles no se modifican luego de una terapia con hierro oral de corto plazo, como tampoco una vez realizado un tratamiento de tres meses de duración (1,2).

La literatura sugiere al mismo tiempo que los lactantes anémicos tendrían además características conductuales que los diferencian de sus pares controles. Desde un punto de vista clínico, los niños anémicos son descritos como más irritables, apáticos y distraíbles. Observaciones de conducta basadas en la escala de registro conductual del test de Bayley (IBR) señalan que los niños anémicos serían más temerosos e irritables, además de menos reactivos a las personas y a los materiales de evaluación. Las conductas de orientación hacia la tarea y afecto, evaluadas de acuerdo a una combinación de ítems del IBR estarían también alteradas (1,2). Lozoff y colaboradores han reportado que los niños anémicos mantienen relaciones de mayor proximidad con su madre; una alta proporción de estos niños mantienen contacto físico con sus madres y también ellas promueven el contacto corporal. (3,4).

Estudios recientes demuestran además que los efectos cognitivos y conductuales observados a edades tempranas persisten en el largo plazo. Mediciones de funcionamiento cognitivo y motor e preescolares que sufrieron anemia en los dos primeros años de vida, realizadas en Chile y Costa Rica, señalan que estos niños alcanzan rendimientos significativamente inferiores en pruebas de capacidad intelectual, habilidades lingüística, habilidades psicoeducativas, integración visomotora y de habilidades motoras. En las diferentes funciones evaluadas los resultados son consistentes; es decir, los niños que fueron anémicos en los dos primeros años de vida alcanzan rendimientos normales pero significativamente inferiores que pares controles cuidadosamente seleccionados. Sin embargo, ambos estudios plantean la dificultad de atribuir una relación causal entre los efectos cognitivos observados y la presencia de anemia infantil. Aunque se controló la influencia de variables de confusión tales como escolaridad materna, nivel de estimulación en el hogar y nivel socioeconómico entre otras, el efecto específico del ambiente en que los niños se desarrollan no ha podido ser aún claramente establecido. Es por ello que se ha planteado la necesidad de evaluar variables sociofamiliares más finas para tratar de esclarecer la interrelación anemia-medio ambiente (5,6).

La importancia de las variables ambientales para el desarrollo cognitivo es ya conocida. Durante los últimos años el énfasis se ha orientado a establecer la influencia de variables del ambiente familiar, las que afectarían más directamente el curso del desarrollo del niño. Se ha señalado que la salud mental de los padres, responsabilidad de los padres frente a necesidades del niño, madre adolescente, madre jefa de hogar y depresión materna serían algunos de los factores de riesgo para el desarrollo integral. Estudios recientes abordan aspectos específicos de la relación madre-hijo y su repercusión sobre el funcionamiento cognitivo, demostrando que, por ejemplo, la

manera en que las madres interactúan verbalmente con los hijos y la calidad del vínculo afectivo son variables que influyen sobre el aprendizaje (7,8,9,10).

Por otra parte, en estudios realizados en el área de la desnutrición infantil se ha descrito el efecto interactivo de variables nutricionales y familiares sobre el rendimiento intelectual y conducta. Los estudios sugieren que ambas variables tendrían un efecto de potenciación, de manera que si la desnutrición ocurre asociada a condiciones familiares y/o de estimulación adversas o insuficientes para las necesidades del niño, el riesgo de retardo del desarrollo psicomotor es mayor (11,12). Dados estos antecedentes es posible hipotetizar que en el déficit específico de hierro nos encontramos frente a un modelo similar, siendo necesario identificar si existen variables del ambiente familiar que coactúan con la anemia infantil. Aunque los resultados en pruebas psicométricas entregan una descripción del funcionamiento cognitivo de niños que fueron anémicos precozmente, se hace necesario complementar esta información con otros elementos que favorezcan una comprensión más global de otras variables comprometidas en el problema. Es probable que los rendimientos observados en los niños con antecedentes de anemia infantil sean en parte consecuencia de características conductuales que disminuyan la eficiencia de sus habilidades. Por otro lado, la relación del niño con su madre, y en particular los estilos de interacción que ella establezca, pueden facilitar o no su desempeño cognitivo dado el rol que ella cumple en el desarrollo afectivo y social del niño y su actuación como mediadora con el entorno.

El objetivo de este estudio fue analizar características conductuales del niño y características de la relación madre-hijo, observada en la filmación de una situación semiestructurada de juego y enseñanza, en un grupo de preescolares que presentaron anemia en el primer año de vida.

METODOLOGIA

Esta investigación es parte de un corte transversal de un estudio de seguimiento de preescolares que fueron anémicos por deficiencia de hierro a los 12 meses de edad, cuyo principal objetivo fue evaluar el rendimiento cognitivo y relacionarlo con el antecedente de anemia. Todos ellos formaron parte de un estudio de fortificación con hierro entre los 3 y 12 meses de edad que se realizó en un sector periférico de Santiago. Las características del estudio inicial están extensamente descritas en una publicación anterior (2).

Muestra: La muestra estuvo constituida por 70 preescolares de 5 a 6 años de edad. Los criterios de selección para estos niños fueron haber participado en el estudio de fortificación con hierro en el primer año de vida y no presentar patología neurológica y/o déficit nutricional actual. Los niños fueron asignados a dos grupos de estudio en base al diagnóstico de anemia realizado al año de vida. Un grupo quedó constituido por los niños anémicos, es decir por aquellos niños que habían

presentado un nivel de hemoglobina <11.0 gr/dl y alteración de al menos dos parámetros bioquímicos relacionados con la nutrición del hierro. El otro grupo quedó constituido por niños que presentaron un estado nutricional de hierro normal al año de edad.

De los 70 preescolares que participaron en el seguimiento, sólo 56 fueron filmados en la evaluación de conducta e interacción madre-hijo; los 14 restantes no fueron registrados ya que no finalizaron el protocolo de estudio donde la filmación correspondía a la última medición planificada. Veintiún niños registrados fueron eliminados posteriormente por defectos de filmación que impedían su codificación (asistencia de otros hermanos, problemas de audio y/o de imagen, dificultad de la madre de comprender las instrucciones). Finalmente se trabajó solo con los niños cuyas filmaciones reunían las condiciones técnicas para su codificación. De este modo la muestra final quedó constituida por 36 preescolares de ambos sexos, 20 con antecedentes de anemia infantil y 15 controles, con una edad promedio de 5 años 6 meses \pm 4 meses.

Los 35 niños estudiados corresponden a una población de nivel socioeconómico medio bajo y bajo, con un tamaño familiar promedio de 4-6 personas, donde una alta proporción de jefes de hogar se desempeñan como obreros estables. El padre estaba presente en el 77.5% de las familias. La promiscuidad, definida como 2 ó más personas por cama, se observa en el 39% de las familias. El 49% de las madres tenían sólo educación básica incompleta.

Sin embargo, al dividir los grupos de estudio ellos son comparables sólo en nivel socioeconómico, trabajo del jefe de hogar, presencia del padre en el hogar y número de personas por casa. La educación del jefe de hogar es más alta en el grupo control (enseñanza media completa: 33% vs. 6.5%), al igual que la educación materna (básica completa: 88.9% vs. 56.2%). Los índices de promiscuidad también son menores en el grupo control (16.6% vs. 44.8%). Las características recién descritas difieren con un nivel de significancia del 95% (chi cuadrado).

A fin de evaluar la representatividad del grupo de estudio comparamos entre los niños asistentes e inasistentes a la filmación de conducta algunos indicadores sociofamiliares medidos en esta investigación. Observamos que los niños con antecedentes de anemia incluidos en la muestra y los no incluidos son comparables en cuanto a presencia del padre y promiscuidad, difiriendo en estimulación en el hogar ($X:43.1$ vs. 35.6) y depresión materna ($X:12.4$ vs. 7.3), ambos en desmedro del grupo inasistente. En el grupo control, en cambio, se registran niveles similares sólo en estimulación en el hogar. Los inasistentes en cambio presentan mayor proporción de abandono paterno (44.4% vs. 5.6%) y mayor promiscuidad (44.4% vs. 16.6%). Depresión materna también es más alta entre los inasistentes, al igual que lo observado en el grupo que fuera anémico. A pesar de estas diferencias los puntajes globales de nivel socioeconómico son similares tanto para los controles como para los que fueron anémicos. El análisis de la representatividad de la muestra nos señala que las

diferencias observadas entre el grupo de niños con antecedentes de anemia y el grupo control en abandono paterno y promiscuidad obedecen a que los inasistentes en el grupo control eran los que mostraban una alta frecuencia en estas características.

Instrumentos de medición: Para realizar las mediciones de la conducta del niño y de algunas características de la interacción madre-hijo se diseñaron tres situaciones semiestructuradas de 6 minutos de duración cada una, las que al ser filmadas consecutivamente se organizaban en una sesión de 20 minutos. Estas actividades fueron realizadas y filmadas en una sala especialmente equipada, con espejo unidireccional y equipos de video, utilizándose el mismo sets de materiales con todos los niños y sus madres. Una investigadora tuvo a su cargo entregar las instrucciones correspondientes a cada una de las situaciones, luego abandonaba la sala, donde sólo permanecían el niño y su madre.

Las actividades diseñadas para cada una de estas situaciones fueron:

Situación N° 1: El niño desarrolla un juego libre, para lo cual se le sentaba en una mesa, donde había un set de variados juguetes (playmobil, granja, cuento, lotería). La madre, quien acompañaba al niño durante esta actividad, debía permanecer sentada a cierta distancia detrás de su hijo, con la instrucción de interactuar lo menos posible con él. El objetivo fundamental de esta actividad fue observar algunas características conductuales del niño.

Situación N° 2: En esta situación se solicitaba a la madre sentarse con el niño junto a la mesa, y se le indicaba que conversara con su hijo acerca de la actividad recién realizada por él y continuaran jugando con los materiales. El objetivo de esta actividad fue observar algunas características de la interacción madre-hijo en una situación semi estructurada. Se eligió observar la interacción madre-hijo en torno a una actividad lúdica ya que esta constituye una de las actividades centrales de los niños, así como un contexto favorable para relacionarse con ellos.

Situación N° 3: En la última actividad diseñada se enseñó a la madre, en ausencia del niño, una tarea de clasificación por forma y color. Luego que ella comprendía la tarea debía enseñarla a su hijo. El objetivo de esta actividad fue observar la interacción madre-hijo en una situación de aprendizaje, de manera de conocer el estilo de la madre para enseñar a su hijo así como las respuestas del niño a estas enseñanzas.

Cada niño contaba además como parte del estudio general, con un conjunto de mediciones socioambientales:

- El nivel socioeconómico evaluado con el Índice Especí-

- fico (13), en el que se registra educación y trabajo del jefe del hogar, condiciones de vivienda y saneamiento, bienes y promiscuidad.
- Depresión materna con una modificación de la escala de Zukerman (14), que incluye preguntas relacionadas con sueño, apetito, sexualidad, autoestima, fatigabilidad e ideas de muerte.
 - Estimulación en el hogar con una modificación del HOME (15), versión adaptada a las características sociales, culturales y económicas de la población chilena de nivel socioeconómico bajo, que evalúa ambiente físico, recursos de estimulación, uso de los recursos de estimulación, estimulación del lenguaje, conductas académicas y conductas de autoayuda, afecto y calidez en las relaciones, variedad en la estimulación y comportamiento maternos específicos.
 - Desarrollo neurológico a través de un examen clínico.

PROCEDIMIENTO

Como ya se señalara la evaluación de conducta y de interacción madre-hijo era la última de una serie de mediciones cognitivas, médicas y sociofamiliares. La madre y el niño eran conducidos a una sala especial y se le explicaba que se filmaría brevemente una situación de juego para lo cual recibirían instrucciones oportunas.

La codificación de las conductas del niño y de la interacción madre-hijo(a) se realizó a través de una pauta especialmente construida para este propósito. Para la conducta del niño se elaboró ítems relativos a movimiento, expresión emocional, tono emocional, exploración, atención y concentración y dependencia/independencia. En la interacción madre-hijo se registró la participación de ella en una situación de juego y la respuesta del niño a la entrega de instrucciones. Durante el proceso de enseñanza se vio refuerzo de conductas y respuestas frente a iniciativa del niño. Por último se evaluó la adecuación de la madre en la enseñanza de la tarea. La pauta de codificación se describe en extenso en el apéndice. Una vez aplicada la pauta a tres días pilotos y realizadas las correcciones necesarias, tres investigadoras (A. de la P., B.G. e I.S.) codificaron cada una de las situaciones utilizando el sistema de jueces con acuerdo por consenso. Por último, cabe señalar que tanto la realización de las sesiones como la codificación de los videos se realizó mediante un procedimiento en ciego.

El análisis de los datos se realizó a través del paquete estadístico SPSS, utilizándose comparaciones de promedios (t de Student), análisis de frecuencia (Chi cuadrado y prueba de Fisher) y prueba de asociación (Tau de Kendall) (16).

RESULTADOS

Se analizaron las conductas infantiles y las conductas de interacción madre-hijo de preescolares con antecedentes de anemia y preescolares sin este antecedente y se relacionaron

con variables sociofamiliares. Luego de un primer análisis de las frecuencias observadas se decidió dicotomizar todas las variables codificadas, lo que optimizaba las posibilidades de análisis estadístico dado el tamaño reducido de la muestra. De este modo para cada variable se definieron dos categorías, donde una representaba la condición más favorable y/o deseable y la otra la condición menos favorable.

Estos resultados fueron analizados a través de la aplicación del test de probabilidades exactas de Fisher, encontrándose diferencias estadísticamente significativas tanto en relación con las variables definidas para evaluar la conducta del niño como aquellas definidas para evaluar algunas características de la interacción madre-hijo(a).

En relación con las variables definidas para evaluar la conducta infantil (Situación 1) la condición adversa o menos favorable sólo se observó en los niños con antecedentes de anemia y no en el grupo control. De los 20 niños que fueron anémicos, 6 mostraron actividad motora disminuida o hipoactividad ($p < .02$), 5 presentaron una expresividad emocional disminuida ($p < .05$) y 6 un tono emocional inhibido/temeroso ($p < .02$). En tanto en las variables atención-concentración y dependencia-independencia no se observaron diferencias.

Respecto de la relación madre-hijo en el contexto de una actividad de juego (Situación 2) también pudimos observar diferencias significativas entre los grupos ($p < .001$). Las madres de los niños que fueron anémicos interactúan más frecuentemente en respuesta a contactos establecidos por el niño, enriqueciendo sólo en algunas oportunidades la calidad de la interacción. En las madres de los niños controles se observa, en cambio, un tipo de interacción que no se restringe a responder al niño, sino que además promueve la interacción y juego.

En cuanto a las características de la relación madre-hijo en una situación de aprendizaje (Situación 3) en ambos grupos la madre inicia la enseñanza de la tarea preferentemente con una instrucción adecuada que favorece el aprendizaje. Todas las madres usaban escasamente el refuerzo positivo, siendo más frecuente el uso del refuerzo negativo.

Al comparar los grupos en relación a una combinación de los distintos indicadores codificados («Índice total»: Instrucción inicial+conductas facilitadoras vs. entorpecedoras del aprendizaje + incentivo vs. inhibición de la iniciativa + refuerzos) no apreciamos diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo al evaluar en forma global el grado de adecuación de la madre en su rol de educadora si observamos diferencias entre los grupos. Las madres de los niños con antecedente de anemia muestran conductas que llevan a los jueces a calificarlas como inadecuadas en la tarea de enseñar a sus hijos ($p < .03$). Por último es necesario señalar que la respuesta del niño a la madre, en la situación de enseñanza es similar en ambos grupos.

En la Tabla 1 se resumen las distribuciones de frecuencia cuyas diferencias son significativas de acuerdo a la aplicación de este estadístico.

TABLA 1
CONDUCTA INFANTIL DE INTERACCION MADRE-HIJO EN PREESCOLARES CON ANTECEDENTES DE ANEMIA

| | Preescolar | | P* |
|---|------------------|------------------|------|
| | Con Antecedentes | Sin Antecedentes | |
| Hipoactividad | 33.3% | — | .02 |
| Expresividad emocional disminuida | 25.0% | — | .05 |
| Tono emocional negativo | 33.3% | — | .02 |
| Internación madre solo en respuesta al niño | 60.0% | 6.6% | .001 |
| Inadecuación materna | 80.0% | 26.6% | .03 |

* Prueba de probabilidades exactas de Fisher

Estos resultados fueron analizados además a través de la aplicación de un análisis de riesgo relativo, confirmándose algunas de las observaciones antes descritas.

Dado que en tres de las cinco variables definidas para evaluar la conducta infantil se observó frecuencia nula en una de las categorías de estudio no se pudo aplicar un análisis estadístico de riesgo, ya que los resultados numéricos tienden al infinito. Sin embargo, la ausencia de conducta disfuncional en el grupo control da mayor fuerza a las diferencias observadas entre ambos grupos en estas tres variables. En cuanto a las variables atención-concentración y dependencia-independencia no se observó riesgo significativo, lo cual es concordante con lo observado en los análisis previos.

De igual modo al realizar estimaciones de riesgo relativo de algunas características de la relación madre hijo (a), en una situación de juego, pudimos confirmar diferencias observadas entre los grupos (Tabla 2). El riesgo de las madres del grupo con antecedente de anemia de establecer contactos sólo en respuesta al niño es 9 veces mayor que el de las madres del grupo control (Intervalo de confianza al 95%: 1.31 a 61.82).

TABLA 2
RIESGO RELATIVO DE CONDUCTA MATERNA POCO FAVORABLE PARA EL DESARROLLO DEL NIÑO EN PREESCOLARES CON ANTECEDENTES DE ANEMIA

| | OR | Int.Confianza (95%) |
|---|----|---------------------|
| Interacción madre sólo en respuesta al niño | 9 | 1.31 - 62.82 |

Al realizar estimaciones de riesgo para las características de la relación en situación de enseñanza no se obtuvo riesgo

estadísticamente significativo.

En relación con las restantes mediciones del niño y del ambiente familiar realizadas en este estudio, es necesario señalar que ambos grupos tienen un desarrollo neurológico comparable, con alta proporción de inmadurez (con antecedentes de anemia: 68.42%; controles: 78.57%). Los dos grupos alcanzan puntajes similares en el Home modificado (43.1 y 44.9 respectivamente). Depresión materna, medida con una adaptación de la escala de Zuckerman, es en cambio una variable que los diferencia, siendo esta mayor en los niños con antecedentes de anemia (7.3 vs. 3.9). Por último, los análisis realizados a fin de determinar relación entre las conductas infantiles y de interacción madre-hijo con las variables anteriores, no reportaron relación alguna.

DISCUSION

El análisis de la conducta y de la interacción madre-hijo de preescolares que fueron anémicos en los primeros años de vida sugiere que estos se diferencian de niños con un estado nutricional de hierro normal. Estos dos grupos se diferencian además en algunas variables sociofamiliares, por lo que resulta difícil atribuir tan sólo al antecedente de anemia los hallazgos observados.

De acuerdo a lo analizado en la filmación de conducta en una situación semiestructurada, los niños con antecedentes de anemia presentan a edad preescolar un menor nivel de actividad motora, una menor expresividad emocional y un tono emocional más temerosos e inhibido. Estas características son similares a observaciones realizadas durante el episodio agudo de anemia en la infancia, donde se describe irritabilidad, temerosidad, menor reactividad al entorno y menor capacidad de atención (1,2). Las características conductuales en que se diferencian del grupo control tienen sin lugar a dudas una gran influencia en el cómo estos niños se relacionen con el medio y con otras personas. La hipoactividad, por ejemplo disminuye las posibilidades de exploración de objetos y situaciones y puede constituir una característica que dificultará el proceso de aprendizaje escolar. Por otra parte, una menor expresión emocional, unida a un tono emocional negativo son atributos que no favorecen el establecimiento de vínculos afectivos estables y seguros. Al realizar un análisis individual de los niños que fueron calificados como hipoactivos constatamos que las características de actividad motora y afectividad se presentan asociadas. En la mitad de los niños hipoactivos también se observaba tono emocional temerosos y expresión emocional disminuida. En los otros niños con menor actividad motora esta se asocia al menos con una de las dos características afectivas. Revisamos también las mediciones sociofamiliares en este grupo de niños, encontrando que sus puntajes en la evaluación de la estimulación en el hogar estaban sobre la media del grupo en tanto que sus madres mostraron índices más altos de depresión. La relación depresión materna y desarrollo cognitivo en niños que sufren anemia es una variable

que indudablemente necesita mayor estudio, especialmente si se consideran las evidencias publicadas últimamente que muestran que depresión materna es un factor de riesgo para el desarrollo infantil. (17,18)

Las observaciones de actividad disminuida, irritabilidad y ánimo temeroso e inhibido no son privativas de la anemia infantil. Hallazgos similares se han descrito en cuanto a la conducta de niños marásmicos. Chávez y colaboradores señalan que los niños bien nutridos serían activos, demandantes y menos obedientes, lo que redundaría en una relación más estrecha y exigente con la madre. Resultados similares han sido reportados por Cravioto. Colombo y colaboradores han descrito en lactantes marásmicos graves conducta de pasividad, relación indiferenciada con los adultos y escasa demanda por la satisfacción de sus necesidades, lo que llevaría al establecimiento de vínculos débiles. Como se puede observar, si bien es probable que nos encontremos frente a diferencias de intensidad en cuanto al trastorno nutricional, existen semejanzas en las características conductuales asociadas a uno y otro, (19,20,21).

Resulta llamativo que existiendo las diferencias de conducta recién descritas, estas no se reflejan en la interacción que los niños establecen con sus madres. La mayoría de ellos se relaciona escasamente con la madre, siendo esto similar en ambos grupos de estudio. Pensamos que probablemente la metodología de evaluación no fue adecuada para analizar este aspecto. Los juguetes provistos para la situación de observación son objetos de escaso uso en esta población, por lo que seguramente resultaron demasiado atractivos. Pensamos que juguetes y objetos más familiares favorecerían la observación de patrones de interacción habituales, en particular de parte del niño.

Otro hallazgo importante en este estudio son las observaciones de algunas características maternas en la interacción con el niño. Las madres de los niños con antecedentes de anemia no sólo interactúan con sus hijos sólo en respuesta a ellos, sin mostrar iniciativa en promover ellas la interacción con sus hijos sino además son evaluadas por los jueces como inadecuadas, la mayor parte de las veces en la enseñanza de una tarea a sus hijos(as). Diferencias en cuanto a la conducta materna, en el sentido que estas serían menos estimuladoras con sus hijos frente a la realización de una tarea y tendrían una menor habilidad para demostrar lo que se espera que ellos realicen, fue reportada anteriormente por Lozoff y colaboradores al analizar la conducta de los niños en videos de la evaluación del desarrollo motor (4).

Al estudiar individualmente los puntajes de depresión materna en aquellas madres que establecieron un bajo nivel de interacción con sus hijos se observa una gran variabilidad. Depresión materna es una variable que diferencia los grupos de estudio y que conceptualmente puede relacionarse con las características descritas. Sin embargo, lamentablemente el tamaño de la muestra no permite estudiar relaciones concluyentes entre esta variable y las características de la interacción madre-hijo, como tampoco formular asociaciones entre anemia infantil y la conducta a edad preescolar. En relación a lo

anterior resulta importante agregar que tal como se describiera en la metodología, la depresión materna también resultó una variable significativa en cuanto a la asistencia de los niños al estudio. Para ambos grupos, los inasistentes correspondían a hijos de madres con índices elevados de depresión.

Los hallazgos recién descritos deben ser analizados considerando las diferencias observadas entre los niños que participaron en el estudio y los que no asistieron. El que los inasistentes de ambos grupos sean aquellos cuyas madres tienen mayores puntajes de depresión reafirma los hallazgos de su importancia como factor de riesgo. Estos niños están probablemente expuestos a discontinuar sus cuidados de salud y otros beneficios sociales. Los niños inasistentes del grupo control presentan una mayor frecuencia de abandono paterno y promiscuidad que los asistentes. Es decir, los inasistentes controles presentan un mayor riesgo psicosocial. Es necesario por lo tanto preguntarse si las diferencias de conductas e interacción observadas se mantendrían de haberse estudiado al grupo completo.

En la literatura de los últimos diez años existen numerosas evidencias que señalan el efecto de riesgo de variables como las recién descritas. Al igual que lo planteado para la desnutrición marásmica, la relación entre los rendimientos cognitivos y las características conductuales de niños que han padecido anemia en etapas tempranas son probablemente complejas y deben ser analizadas en relación a las variables sociales y familiares que los rodean. La anemia, como trastorno nutricional cuya prevalencia es mayor en poblaciones desventajadas, ocurre asociada a otras condiciones potencialmente adversas para el desarrollo.

Realizar estudios basados en metodologías como la aquí utilizada resulta un desafío. Al mismo tiempo, es difícil asegurarse que los niños completen los protocolos. Por una parte, es necesario lograr congruencia entre las actividades definidas para realizar las mediciones y los objetivos planteados; se deben entrenar los examinadores de manera de estandarizar la situación de evaluación y entrenar a los jueces en el uso de las pautas de codificación. Por último la complejidad y diversidad de las evaluaciones a realizar hacen difícil el cumplimiento de los requisitos para su aplicación (p.ej: la adecuación de las madres a la solicitud de que acudan sólo con el niño en estudio, excluyendo la presencia de hermanos). A pesar de lo anterior, estamos seguras que es necesario insistir, ya que la inclusión de mediciones de aspectos finos, tanto de la interacción madre-hijo como de la conducta de los niños, permitirán una mejor comprensión del problema en estudio. La comparación de indicadores sociales y familiares de los asistentes e inasistentes no permiten afirmar que el grupo estudiado es representativo de la muestra inicial. La drástica reducción del grupo de estudio hace recomendable considerar los hallazgos reportados como orientaciones a futuras investigaciones.

Apéndice: Codificación de los videos

La pauta diseñada para la codificación de los videos consideró en la primera situación variables que caracterizaban las conductas del niño; en la segunda, se incluyó variables de interacción madre-hijo durante el juego y en la tercera éstas mismas en una situación de aprendizaje.

A continuación se especifican cada una de las variables estudiadas y su definición operacional:

Situación N° 1:

1. Movilidad del niño:
 - a) hipoactividad: Se mueve ocasionalmente, se observa restricción de los movimientos; b) quietud: movimientos coherentes con la actividad, ocupando poco espacio de la mesa; c) actividad media: movimientos coherentes con la actividad, sin cambio de posición; d) activo: 1 a 3 cambios de posición, sin desplazamiento, sin movimientos permanentes; e) inquietud: movimiento permanente en su sitio, y/o cambios de posición reiterados, y/o 1 ó 2 desplazamientos; f) hiperactivo: movimiento expansivo permanente, se para, se sienta, se desplaza sin objetivo claro.
2. Expresión emocional:
 - a) expresividad disminuida: mínima expresión verbal, gestual; b) expresividad media: se aprecia expresión emocional esperable para el contexto; c) expresividad marcada: elevada expresión verbal y gestual. Además se describió aparte un cuarto ítem* labilidad emocional: frecuentes cambios en la expresión emocional.
3. Tono emocional:
 - a) inhibición: inhibido, temeroso, tiende a constreñir su actividad; b) temeroso: algo temeroso, pero desarrolla la actividad; c) enojado: muestra molestia mientras realiza la actividad; d) agrado: hace su actividad relajado; e) contento: se observa claramente una expresión positiva; f) no se aprecia tono emocional.
4. Exploración:
 - a) no explora espontáneamente, necesita incentivo; b) pobre exploración de un estímulo; c) exhaustiva exploración de un estímulo; d) exploración exhaustiva de 2 o más estímulos en forma secuencial; e) exploración inicial superficial, con elección posterior de 1 o más estímulos.
5. Atención-Concentración:
 - a) atención labil con breves períodos de concentración; b) muy atento al entorno con concentración en una o más actividades; c) sensible al entorno, concentración en una o más actividades (conectado con el ambiente); d) atención focalizada, con extrema concentración, ajeno al entorno.
6. Dependencia-Independencia:
 - a) contacto verbal, visual o físico muy frecuente con bloqueo de actividad, y ausencia de iniciativa propia y/o

solicitud de ayuda; b) contacto verbal, visual o físico frecuente, solicitando ayuda, sin bloquear su actividad; c) contacto verbal o visual ocasional (adecuado) sin bloqueo, con o sin solicitar ayuda; d) trabaja en forma independiente y autónoma interactuando esporádicamente (1 a 3 veces) con la madre, sin solicitud de ayuda; e) trabaja en forma independiente y autónoma sin establecer contacto con la madre.

Situación N° 2

Con el fin de evaluar algunas características de la interacción madre-hijo en la situación de juego se definieron diferentes comportamientos tanto de la madre como del hijo. Con respecto a la primera nos interesó observar su nivel de compromiso e iniciativa con el hijo en una relación de juego. Y en relación al niño se observó si éste promovía la interacción con su madre o no.

Madre: a) se mantiene al margen y/o participa sólo en respuesta al niño; b) establece relación sólo a partir de las preguntas mínimas (que te gusto más...); c) establece relación a partir de las preguntas pero amplía la interacción incorporando elementos propios; d) establece relación a partir de preguntas y luego juega con el niño.

Niño: a) se mantiene en su actividad ignorando o rechazando la participación de la madre; b) responde a preguntas de la madre; c) responde a la madre y promueve la interacción.

Situación N° 3

En esta se observó las secuencias de interacción madre-hijo en una situación en la cual la madre debía enseñar un juego al niño.

Con respecto a la madre se definieron 5 grupos de variables:

1. Cuanta instrucción le da al niño al inicio de la actividad: a) sólo una instrucción; b) dos o más instrucciones.
2. Conductas facilitadoras del aprendizaje: a) agrega, aclara, repite instrucciones con el fin de facilitarle la comprensión de la tarea; b) guía la tarea con intención educativa; c) responde a las dudas del niño.
3. Incentivo de las iniciativas del niño: a) coacta o no estimula sus iniciativas; b) permite sus iniciativas; c) estimula las iniciativas.
4. Refuerzos utilizados: a) no refuerza; b) refuerzo aversivo; c) refuerzo negativo; d) refuerzo positivo.
5. Conductas negativas o entorpecedoras del aprendizaje: a) no da instrucción ejecuta ella la tarea; b) ordena, manda sin intención educativa; c) da instrucciones incompletas o poco claras; d) da instrucciones muy complejas para el desarrollo cognitivo del niño; e) repetitiva en sus instruc-

ciones; f) agrega instrucciones entorpeciendo la tarea del niño; g) no responde a petición del niño; h) no agrega instrucciones siendo necesario (el niño no ha comprendido la tarea).

En relación al niño se definió un grupo de conductas encaminadas a la realización de la tarea y otro que no llevaban a ese objetivo.

1. **Conductas dirigidas a la tarea:** a) solicita instrucción y guía de la madre; b) sigue instrucciones pasiva y obedientemente; c) sigue instrucciones activamente; d) introduce nuevas proposiciones; e) se mantiene trabajando en la tarea.
2. **Otras conductas:** a) permanece pasivo; b) realiza otra actividad distinta a la instrucción dada; c) rechazo abierto a proposición de la madre.
Una vez codificada la secuencia de interacciones madre-hijo en esta actividad, se utilizaba esta para evaluar en forma global la adecuación de la madre en su rol de educadora.
- Grado de adecuación: a) adecuada la mayor parte de las veces; b) adecuadas en momentos; c) inadecuada la mayor parte del tiempo.

REFERENCIAS

1. Lozoff B.; Brittenham G.M.; Wolf A.B.; et al. Iron deficiency anemia and iron therapy effects on infant developmental test performance. *Pediatrics*. 79:981-995. 1987
2. Walter T. de Andraca I.; Chadud P. and Perales C.G. Iron deficiency anemia: Adverse effects on infant psychomotor development. *Pediatrics* 84:7-17. 1989.
3. Lozoff B; Klein N. and Prabucki K. Iron deficient infants at play. *Dev. and Beh. Ped.* 7:152-158. 1986.
4. Lozoff B. Klein; N.K. McClish D. et al. Motor test behavior of anemic infants. *Soc. Res. Child Dev.* 6:150 (abstract). 1989.
5. De Andraca I.; Castillo M.; Walter T.; Pino P. Anemia por deficiencia de hierro en la infancia y desarrollo cognitivo a edad preescolar: un estudio longitudinal. Congreso Latinoamericano de Psicología, Madrid, España. Libro de resúmenes, pág. 501. 1992.
6. Lozoff B.; Jiménez E.; Wolf a. Long-term developmental outcome of infants with iron deficiency. *The New Engl. J. Med* 325:687-694. 1991.
7. Rutter M. Protective factors in children responses to stress and disadvantage. In M.W. Kent and T.W. Rolf (eds) *Social competence in children* (pp 49-74) Hanover NH University Press of New England, 1979.
8. Klotiarenco, M.A.; Fuentes L.A.; Méndez B. Mother-child interaction: Impact on children's intellectual competence. *Early child development and care*, 58:57-70. 1990.
9. Samerhoff A.J.; Seifer R.; Barocas P.B.; Zack M.; Greenspan S. IQ scores of 4-year-old children: Social environmental risk factors. *Pediatrics* 79:343-350. 1987.
10. Valenzuela M. Attachment in chronically underweight young children. *Child Dev.* 61:1984-1996. 1990.
11. López I. de Andraca I.; Colombo C. Relevancia de la rehabilitación psicológica en la desnutrición grave. *Annales Nestle* 43:32-42. 1985.
12. Polit E. A critical view of three decades of research on the effects of chronic energy malnutrition on behavioral development. En: *Chronic energy deficiency: Consequences and related issues*. Ed by Beat Schurch and Nevin S. Scrimshaw. International Dietary Energy Consultancy Group, Nestle Foundation Switzerland, 1987.
13. Alvarez M.L.; Wurgaft F.; Salazar M.E. Medicines del nivel socioeconómico bajo urbano en familias con lactante desnutrido. *Arch. Latinoamer de Nutr.* 32:651-662. 1982.
14. Zuckerman B.S.; Beardslee W.R. Maternal depression: A concern for pediatricians. *Pediatrics* 79:110-117. 1987.
15. Caldwell B.M.; Bradley R. H. Home observation for measurement of the environment. (Rev. Ed) Little Rock: University of Arkansas, 1984.
16. Siegel S. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Editorial Trillas, México. 1985.
17. Fendrich M.; Warner V.; Weissman M. Family risk factors, parental depression and psychopathology of off spring. *Dev. Psychol* 26:40-50. 1990.
18. Lyons-Ruth K.; Connell D.B. and Grunebaum H.U. Infants at social risk: maternal depression and family support services as mediators of infant development and security of attachment. *Child Dev* 61:85-98. 1990.
19. Chávez A.; Martínez C.; Yashie T. Nutrition, behavioral development and mother-child interaction in young rural children. *Fed. Proc.* 34:1574-1582. 1975.
20. Cravioto J.; Delicardie E. Environmental correlates of severe clinical malnutrition and language development in survivors from kwashiorkor or marasmus. In: *Nutrition: the Nervous System and Behavior*. Scientific Publication #251 Pan American Health Organization. Washington DC. 1972.
21. Colombo M. de Andraca I.; López I. Desnutrición severa en el niño: desarrollo psicomotor, neurológico y conducta. En: *Nutrición e inteligencia del niño*. Ed. José Miguel Celedón. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, 1983.

Recibido: 12-11-1992

Aceptado: 15-07-1993

Indice subescapular/tricipital: Valores percentilares en niños y adolescentes cubanos

Emilio Martínez¹, Mayra Devesa¹, Jorge Bacallao² y Manuel Amador³

RESUMEN. Se presentan los valores de los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97 del Índice subescapular/tricipital (SESTRI), obtenidos en una muestra de 7286 sujetos (3721 del sexo masculino y 3565 del sexo femenino) entre las edades de 5 y 20 años. En general, las hembras muestran valores de la mediana superiores a los varones hasta aproximadamente la edad de trece años, y un patrón de distribución periférica durante todo el período estudiado. Los varones, a partir de los catorce años, adquieren un patrón cada vez más central. Los valores obtenidos son superiores a los reportados por otros autores en todas las edades y en ambos sexos. Los resultados de este trabajo demuestran que el Índice SESTRI es útil para evaluar los cambios en el patrón de grasa durante la niñez y la adolescencia. Palabras clave: Índice subescapular/tricipital. Percentiles. Adiposidad. Patrón de distribución de grasa. Adolescencia.

SUMMARY. Subscapular/triceps index: Percentiles in Cuban children and adolescents. The percentiles (3,10,25,50,75,90 and 97) of the subscapular/triceps Index (SS/TR), obtained in a sample of 7286 subjects (3721 males and 3765 females) aged 5 to 20 years, were calculated. Median values of SS/TR are generally higher in females up to the age of 13 years approximately, and show a pattern of peripheral distribution of fat during all the period of study.

In males, a pattern of central distribution of fat develops starting from age fourteen and becomes more central as age increases. Values obtained were higher than those reported in the literature at all ages and in both sexes. The results reported in this paper show that SS/TR is useful for assessing changes in the pattern of fat distribution during childhood and adolescence. Key words: Subscapular/triceps Index. Percentiles. Adiposity. Fat distribution pattern. Childhood. Adolescence.

INTRODUCCION

Desde hace algunos años, un gran número de datos sugieren que la distribución de la grasa corporal, en particular la de tipo masculino androide (hacia el tórax y parte superior del abdomen) es en sí un factor de riesgo, al parecer, independiente de la cantidad total de la misma (1).

El resultado de dividir el valor del pliegue subescapular entre el valor del pliegue tricipital, llamado Índice subescapular/tricipital (SESTRI), ha sido utilizado como un indicador de la distribución de la grasa central y periférica (2-6). En Cuba no

existen valores de referencia de este indicador, por lo que el objetivo fundamental de este trabajo consiste en proporcionar los primeros valores percentilares de este Índice en una muestra de niños y adolescentes cubanos de la capital del país.

MATERIAL Y METODOS

Se seleccionó un total de 7266 sujetos (3721 del sexo masculino y 3565 del sexo femenino), comprendidos entre las edades de 4,5 y 20,5 años de edad decimal (7), entre el total de asistentes a escuelas primarias y de enseñanza media de los municipios Boyeros, Arroyo Naranjo y 10 de octubre de la ciudad de La Habana por ser éstos los más próximos geográficamente a la Facultad «Dr. Enrique Cabrera». En la región que abarca el estudio, las diferencias socioeconómicas entre municipios o entre escuelas de un mismo municipio, son despreciables. Todos los estudiantes del primero y segundo años de la carrera de Medicina de las Facultades «Dr. Enrique Cabrera» y «Dr. Salvador Allende», de la ciudad de La Habana, fueron también incluidos. Las mediciones se ejecutaron entre los meses de febrero de 1985 y junio de 1989 y

1 Facultad de Ciencias Médicas «Dr. Enrique Cabrera». Departamento de Ciencias Morfológicas. Calzada de Aldabó y D, Altahabana, La Habana 10800, Cuba.

2 Instituto de Ciencias Básicas y Preclínicas «Victoria de Girón», ISCMH. Departamento de Crecimiento y Desarrollo. Calle 146 Nº 3102, Playa, La Habana 11600, Cuba.

3 Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Calzada de Infanta 1158, La Habana 10300, Cuba.

fueron hechas por una técnica antropométrica de experiencia previamente sometida a sesiones de control y estandarización. Como parte del control de calidad, un 5% de la muestra total fue seleccionado aleatoriamente y los sujetos elegidos fueron medidos de nuevo por dos de los autores (E.M. y M.D.). Las mediciones se efectuaron en el lado izquierdo del cuerpo, en un local con condiciones adecuadas y vistiendo los sujetos un mínimo de ropa. Entre otras medidas, se tomaron los pliegues subescapular y tricitoral. Se evaluó además la etapa de desarrollo sexual de acuerdo a los estadios de Tanner (8).

Pliegue subescapular:

Se utilizó un calibrador de grasa Holtain con amplitud de 0-45 mm y presión constante de 10 g/mm² en la superficie de contacto de la abertura. Colocándose a la espalda del sujeto, en la zona del ángulo inferior de la escápula, se tomó, con la mano izquierda, un pliegue vertical o ligeramente oblicuo hacia abajo y afuera; sosteniendo con la mano derecha el calibrador de grasa y colocándolo perpendicularmente al eje del segmento en cuestión, se realizó la lectura.

Pliegue tricitoral:

Se realizó a nivel del punto mesobraquial (distancia media entre la punta del acromion y el olécranon), marcado previamente, siguiendo los principios generales antes enunciados.

Con posterioridad, se calculó el Índice SESTRI y se procedió al cálculo de los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97 del mismo de acuerdo a la subrutina incluida al efecto en la versión 3.0 del paquete estadístico comercial SYSTAT, y se realizó un análisis de varianza de dos vías con el objetivo de estudiar la significación de los efectos «edad» y «estadio de maduración sexual» en los individuos comprendidos entre 8,5 y 16,5 años de edad decimal, ya que fuera de este rango excepcionalmente se encuentran sujetos que no están en estadio 1 ó en estadio 5, respectivamente (7).

RESULTADOS

Los percentiles del Índice SESTRI se muestran en las Figuras 1 y 2 (Tablas 1 y 2). La Figura 3 ofrece los resultados de comparar la mediana de dicho Índice en ambos sexos.

FIGURA 1
Percentiles del índice subescapular-tricitoral

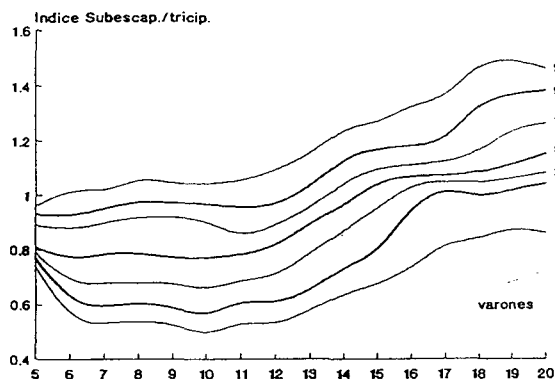


FIGURA 2
Percentiles del índice subescapular-tricitoral

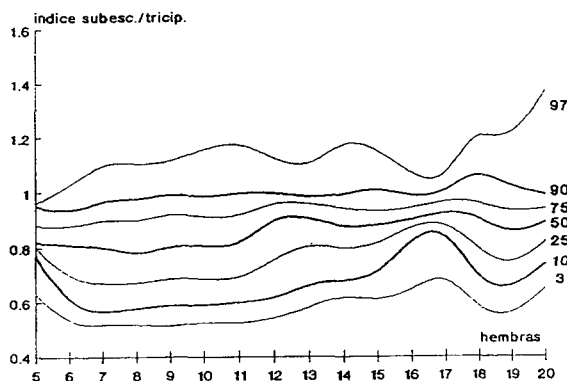
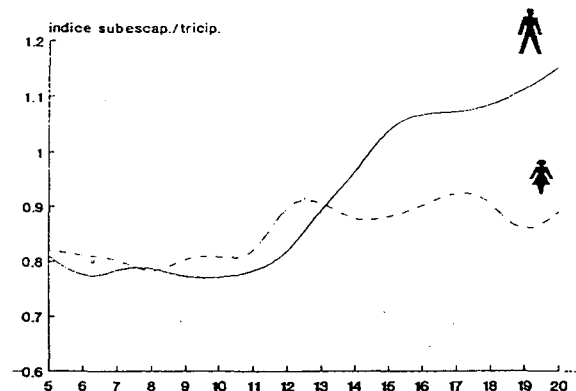


FIGURA 3
Índice subescapular-tricitoral. (percentil 50)



De forma general, las hembras tienen valores discretamente mayores con respecto a los varones hasta la edad de 13 años aproximadamente, variando muy poco entre 13 y 18 y mostrando una ligera disminución hacia los 19, lo que representa la característica femenina de acumular más grasa en los miembros que en el tronco.

Los varones, por su parte, presentan un incremento notable de los valores de SESTRI a partir de los 12 años, sobrepasando el valor de 1 aproximadamente a los 14 años de edad, mostrando una tendencia al incremento sostenido de dicho Índice, caracterizando la tendencia masculina a acumular mayor cantidad de grasa hacia el tronco, en particular posterior a la pubertad. Generalmente, los valores de SESTRI iguales o mayores de 1, se observaron en adolescentes cuyo estadio genital era superior a 3, independiente de su edad cronológica.

TABLA 1
DISTRIBUCION PERCENTILAR DEL INDICE SUBESCAPULAR-TRICIPITAL

| Edad | N | Percentiles | | | | | | |
|-----------|-----|-------------|------|------|------|------|------|------|
| | | 3 | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 | 97 |
| 4.5-5.5 | 120 | 0.74 | 0.77 | 0.79 | 0.81 | 0.89 | 0.93 | 0.96 |
| 5.6-6.5 | 245 | 0.53 | 0.60 | 0.67 | 0.76 | 0.87 | 0.92 | 1.03 |
| 6.6-7.5 | 269 | 0.53 | 0.59 | 0.68 | 0.79 | 0.90 | 0.95 | 1.00 |
| 7.6-8.5 | 290 | 0.54 | 0.61 | 0.68 | 0.79 | 0.92 | 0.98 | 1.07 |
| 8.6-9.5 | 281 | 0.53 | 0.59 | 0.68 | 0.77 | 0.92 | 0.97 | 1.04 |
| 9.6-10.5 | 279 | 0.48 | 0.55 | 0.65 | 0.77 | 0.91 | 0.97 | 1.04 |
| 10.6-11.5 | 245 | 0.54 | 0.62 | 0.69 | 0.78 | 0.84 | 0.95 | 1.05 |
| 11.6-12.5 | 222 | 0.52 | 0.60 | 0.70 | 0.81 | 0.89 | 0.96 | 1.09 |
| 12.6-13.5 | 221 | 0.58 | 0.65 | 0.79 | 0.90 | 0.95 | 1.03 | 1.15 |
| 13.6-14.5 | 251 | 0.64 | 0.74 | 0.87 | 0.96 | 1.05 | 1.14 | 1.25 |
| 14.6-15.5 | 236 | 0.67 | 0.78 | 0.95 | 1.05 | 1.10 | 1.17 | 1.26 |
| 15.6-16.5 | 162 | 0.73 | 0.96 | 1.04 | 1.07 | 1.11 | 1.18 | 1.33 |
| 16.6-17.5 | 152 | 0.83 | 1.03 | 1.05 | 1.07 | 1.12 | 1.19 | 1.35 |
| 17.6-18.5 | 210 | 0.83 | 0.98 | 1.04 | 1.08 | 1.15 | 1.35 | 1.49 |
| 18.6-19.5 | 328 | 0.89 | 1.02 | 1.06 | 1.11 | 1.25 | 1.37 | 1.50 |
| 19.6-20.5 | 210 | 0.86 | 1.04 | 1.08 | 1.15 | 1.26 | 1.38 | 1.46 |

Varones

TABLA 2
DISTRIBUCION PERCENTILAR DEL INDICE SUBESCAPULAR-TRICIPITAL

| Edad | N | Percentiles | | | | | | |
|-----------|-----|-------------|------|------|------|------|------|------|
| | | 3 | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 | 97 |
| 4.5-5.5 | 120 | 0.63 | 0.77 | 0.80 | 0.82 | 0.88 | 0.95 | 0.96 |
| 5.6-6.5 | 216 | 0.51 | 0.58 | 0.68 | 0.81 | 0.87 | 0.92 | 1.02 |
| 6.6-7.5 | 252 | 0.52 | 0.56 | 0.67 | 0.81 | 0.91 | 0.98 | 1.12 |
| 7.6-8.5 | 279 | 0.52 | 0.58 | 0.67 | 0.77 | 0.89 | 0.97 | 1.10 |
| 8.6-9.5 | 253 | 0.51 | 0.59 | 0.69 | 0.81 | 0.93 | 1.00 | 1.11 |
| 9.6-10.5 | 302 | 0.53 | 0.59 | 0.69 | 0.81 | 0.94 | 0.98 | 1.16 |
| 10.6-11.5 | 281 | 0.52 | 0.60 | 0.68 | 0.80 | 0.91 | 1.00 | 1.19 |
| 11.6-12.5 | 232 | 0.54 | 0.61 | 0.76 | 0.92 | 0.97 | 1.00 | 1.12 |
| 12.6-13.5 | 181 | 0.58 | 0.67 | 0.82 | 0.91 | 0.96 | 0.98 | 1.08 |
| 13.6-14.5 | 252 | 0.63 | 0.68 | 0.79 | 0.87 | 0.94 | 0.99 | 1.20 |
| 14.6-15.5 | 209 | 0.60 | 0.69 | 0.81 | 0.88 | 0.93 | 1.02 | 1.16 |
| 15.6-16.5 | 143 | 0.64 | 0.84 | 0.88 | 0.90 | 0.94 | 0.98 | 1.06 |
| 16.6-17.5 | 138 | 0.72 | 0.88 | 0.90 | 0.93 | 0.97 | 0.99 | 1.02 |
| 17.6-18.5 | 238 | 0.56 | 0.66 | 0.79 | 0.92 | 0.97 | 1.10 | 1.28 |
| 18.6-19.5 | 202 | 0.53 | 0.63 | 0.71 | 0.83 | 0.92 | 1.01 | 1.15 |
| 19.6-20.5 | 260 | 0.65 | 0.74 | 0.82 | 0.89 | 0.94 | 0.99 | 1.37 |

Hembras

Los resultados del ANOVA (Tabla 3), demuestran que los cambios en el Índice están fuertemente influenciados por la edad y la maduración sexual.

TABLA 3
RESULTADOS DEL ANOVA SEGUN EDAD Y
ESTADIO DE MADURACION SEXUAL

| Sexo masculino | | | | Sexo femenino | | | |
|----------------|-------|--------|-------|---------------|-------|--------|-------|
| Edad | | G.O.M. | | Edad | | G.O.M. | |
| F | p | F | p | F | p | F | p |
| 129,74 | 0.000 | 13.6 | 0.000 | 51.7 | 0.000 | 15.1 | 0.000 |

G.O.M.= Genitales o mamas

DISCUSION

Las características de la distribución de la grasa según el Índice SESTRI, son muy semejantes a las reportadas por otros autores (2, 4-6), pero difieren en que los valores obtenidos en el presente estudio son superiores en todas las edades y en ambos sexos, lo que pudiera representar una mayor tendencia hacia la obesidad central en nuestra población. Si tomamos el valor de 1 para el cociente pliegue subescapular/pliegue tricípital como indicador de uniformidad en el grosor de la capa de grasa subcutánea en el tronco y en los miembros, (5,6), todo valor por encima de 1 indicará tendencia a la centralización y por debajo de éste será periférico.

Los resultados de este estudio muestran que en las hembras la distribución de la grasa evaluada mediante el Índice SESTRI mantiene un patrón periférico durante todo el rango de edad analizado, mientras que en los varones la distribución muestra una tendencia a cambiar de periférica a central durante la pubertad y antes de lo reportado por otros autores (2,4-6), y que dicho Índice está fuertemente asociado a los cambios que ocurren con la edad y sobre todo con la maduración sexual.

El Índice SESTRI se comporta de modo relativamente homogéneo en ambos sexos hasta los trece años. A partir de esa edad aproximadamente, los valores se incrementan mucho más bruscamente en los varones, por la tendencia más acusada de éstos a incrementar los depósitos centrales de grasa. Por otra parte, los resultados del análisis de la varianza muestran que el estadio de maduración sexual mantiene un efecto residual sobre SESTRI aún luego de haber removido la influencia de la edad. Por ejemplo, después de los 13 años, para una misma edad y niveles comparables de adiposidad, un adolescente del sexo masculino en estadio 3 ó 4 mostrará una tendencia a valores más altos de SESTRI que otro en estadio 1 ó 2. En las hembras por el contrario, los incrementos de la grasa central y periférica son mucho más proporcionales, por

lo que los cambios de SESTRI con la maduración sexual son mucho menos sustantivos que los que se registran en los varones.

Debido a la gran variabilidad en el inicio de los cambios puberales condicionada por factores genéticos y también influida por factores ambientales -la nutrición entre ellos-, es lógico suponer que, en los maduradores tempranos se inicien los cambios descritos en la distribución de la grasa más tempranamente, y que los mismos guarden una mayor relación con la edad biológica que con la cronológica.

Aunque ha sido empleado en diversos estudios (2, 5, 8-14), se ha planteado que el Índice SESTRI no discrimina con un alto grado de sensibilidad entre adiposidad centralizada y periférica en adultos (5,12), ya que, a pesar de utilizar un pliegue situado en el tronco y otro en los miembros, ambos están ubicados en la parte superior del cuerpo; y se plantea que la adición de un pliegue situado en el miembro inferior (pierna, por ejemplo), mejora la evaluación de la distribución de la grasa (12,15). Los resultados de este trabajo demuestran que en los niños y adolescentes, el Índice SESTRI da resultados satisfactorios en la evaluación de los cambios en el patrón de distribución de la grasa.

Estos resultados, no pueden ser utilizados como referencias nacionales, por tratarse de una muestra discrecional. Sin embargo, pueden usarse como criterio de comparación, ya que se ha demostrado que, valores elevados de este Índice en la niñez y la adolescencia constituyen factores de riesgo (sobre todo en el sexo femenino), de aparición en la vida adulta de diabetes mellitus no-insulino dependiente, bajos niveles de HDL-colesterol y valores elevados de triglicéridos (3,6).

REFERENCIAS

1. Vague J. Fat distribution, obesity and health: evolution of concepts. In: Bouchard C and Johnston FE, eds. Current topics in Nutrition and Disease. Vol. 17: Fat distribution during growth and later health outcomes. New York: Alan R. Liss Inc., 9-41. 1988.
2. Bogin B, Mac Vean RB. Nutritional and biological determinants of body fat patterning in urban Guatemalan children. Human Biol, 53:259-268. 1981.
3. Haffner S M, Stern M P, Hazuda HP et al. Do upper body and centralized adiposity measure different aspects of regional body fat distribution? Relationship to noninsulin dependent diabetes mellitus, lipids and lipoproteins. Diabetes, 36:43-51. 1987.
4. Kaplowitz H, Martorell R, Mendoza F S. Fatness and fat distribution in Mexican-American children and youths from the Hispanic Health and Nutrition Examination Survey. Am J Human Biol, 1:631-648. 1989.
5. Roche A F, Baumgartner R N. Tracking in fat distribution during growth. In: Bouchard C, and Johnston FE, eds. Current topics in Nutrition and Disease. Vol. 17: Fat distribution during growth and later health outcomes. New York: Alan R. Liss Inc., 147-162. 1988.

6. Rolland Cachera M F, Bellisle F, Deheeger M, et al. Influence of body fat distribution during childhood on body fat distribution in adulthood: a two-decade follow-up study. *Int J Obesity*, 14:473-481. 1990.
7. Tanner J M, Foetus into man. Physical growth from conception to maturity. Cambridge: Harvard University Press. 172-173. 1978.
8. Tanner J M. Growth at adolescence, 2nd ed. Oxford and Edinburgh: Blackwell Scientific Publications, 1962.
9. Blair D, Habicht J P, Sims E A H et al. Evidence for an increased risk for hypertension with centrally located body fat and the effect of race and sex on this risk. *Am J Epidemiol*. 119:526-540. 1984.
10. Frisancho A R, Flegel P N. Advanced maturation associated with centripetal fat pattern. *Hum Bio*.; 54:717-727. 1982.
11. Lapidus L, Bengtsson C, Larsson B et al. Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death: a 12 year follow-up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *Brit med J*, 289:1257-1261. 1984.
12. Kaplowitz H J, Mueller W H, Selwyn B J et al. Sensitivities, specificities and positive predictive values of simple indices of body fat distribution. *Hum Biol*, 59:809-825. 1987.
13. Garn S M, Ryan A S, Robson J R K. Fatness dependence and utility of the subscapular/triceps ratio. *Ecol Food Nutr*, 12: 173-177.
14. Hermelo M, Amador M, Martínez E, Devesa M, Rodríguez A. Asociación de algunos índices de distribución de grasa con indicadores de morbilidad al final de la adolescencia. *Rev Esp Pediatr*, 48:448-455. 1992.
15. Mueller W H, Stallones L. Anatomical distribution of subcutaneous fat: Skinfold site choice and construction of indices. *Hum Biol*. 53:321-335. 1981.

Recibido: 03-03-1993

Aceptado: 15-07-1993

Metodología de atención de niños con fenilcetonuria (FC) y enfermedad de la orina con olor a miel de arce (EOMA)

Zulema Jiménez Soto

Unidad de Crecimiento y Desarrollo. Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA). (INCIENSA, Aptdo 4, Tres Ríos, Cartago, Costa Rica, Centroamérica)

RESUMEN. La fenilcetonuria (FC) y la enfermedad de la orina con olor a miel de arce (EOMA) son dos enfermedades metabólicas cuyo tratamiento es básicamente nutricional. Pese a esto, en Costa Rica el manejo dietético de los niños que las sufren no está normado, motivo por el cual se elaboró la presente metodología de atención nutricional para estos pequeños.

El manejo nutricional se dividió en tres partes: 1. Dieta de inicio: se refiere a la alimentación con que se mantendrá al niño desde su detección hasta que se logren bajar los niveles de aminoácidos sanguíneos. 2. Dieta de estabilización: con ella, se persigue encontrar el requerimiento individual de los aminoácidos involucrados. 3. Dieta de seguimiento: es la dieta que se seguirá brindando al niño en adelante.

Esta metodología de atención será de gran utilidad para asegurar un adecuado desarrollo físico e intelectual de los niños con FC y EOMA. **Palabras claves:** Dieta en enfermedades metabólicas, fenilcetonuria (FC), enfermedad de la orina con olor a miel de arce (EOMA).

SUMMARY. Methodology of attention for children with MSUD and PKU. Maple Syrup Urine Disease (MSUD) and Phenylketonuria (PKU), are two metabolic disease in which the nutritional management are essential. Nevertheless, in Costa Rica and the rest of Central America, the dietetical attention of the childrens with this illness aren't normatized. These work was developed to fill this necessity.

The nutritional management was separate in three steps: 1-Initial diet: is the feeding that the children must receive while the blood aminoacid level falls, 2-Stabilization diet: is the one where the requeriment of limits aminoacid are definied, 3-Follow up diet: this is the diet that is prescribed for the rest of his life.

This attention methodology, was very important to an adequate physical and neurological development of the children with PKU and MSUD. **Keywords:** Metabolic disease diet, phenylketonuria (PKU), maple syrup urine disease (MSUD).

INTRODUCCION

Los errores innatos del metabolismo, incluyen aproximadamente 100 desórdenes, producto de una o más mutaciones de un gen, que llevan a una alteración de su función normal. Son enfermedades cuya manifestación fundamental se da por un cambio en una proteína específica que usualmente es una enzima (1,2). El daño puede afectar la síntesis de sustancias producidas por el organismo, interferir con el transporte de material através de la membrana celular o producir efectos tóxicos en diversos tejidos por la acumulación de productos intermediarios (3).

La fenilcetonuria (FC) y la enfermedad de la orina con olor a miel de arce (EOMA), son dos patologías generadas por una alteración en el metabolismo de los aminoácidos. En la FC, el

defecto bioquímico consiste en una deficiencia de la enzima fenilalanina hidroxilasa, que es la encargada de la conversión de la fenilalanina (Fa) en tirosina. Al no poder degradarse este aminoácido, los metabolitos producidos en vías alternas de degradación se acumulan en el plasma, produciendo toxicidad (4). En la EOMA clásica, el defecto se ubica en la descarboxilasa de los cetoácidos, que es la enzima encargada de degradar los alfa cetoácidos producto del metabolismo de los aminoácidos ramificados: isoleucina (Isoleuc), leucina (Leuc) y valina (Val). De modo similar que en la FC, los aminoácidos, los cetoácidos y los metabolitos de vías alternas, se acumulan en sangre dañando una serie de órganos y sistemas (4). En ambas enfermedades, si la persona no recibe tratamiento temprano (antes del mes de edad), tendrá secuelas neurológicas y daño cerebral irreversibles (5,6).

El tratamiento es básicamente dietético, debe ser nutricionalmente adecuado en todos los nutrientes. Se debe restringir el aporte de Fa o de Leuc, Val e Isoleuc, según sea la patología presente, con el fin de evitar la acumulación de sustancias tóxicas en sangre pero, al mismo tiempo, debe proveerse la suficiente cantidad de ellos para llenar el requerimiento nutricional de los niños, con el fin de que no se alteren su crecimiento y desarrollo normales (3).

Debido a la importancia de un adecuado manejo de estos niños y a que en nuestro país no estaba normada su atención nutricional, la autora se abocó a la tarea de desarrollar una metodología de atención que fuese práctica y factible de desarrollar en Costa Rica o en otros países de Latinoamérica con características similares.

Este método de atención, es el que se ha utilizado durante los últimos 5 años en el Hospital Nacional de Niños (HNN), centro que atiende a los niños con estas dos enfermedades y con el cual se han obtenido adecuados controles de aminoácidos en sangre y satisfactorias tasas de crecimiento físico en los niños atendidos (7).

Manejo nutricional

Dieta de inicio.

En Costa Rica, los niños con FC y EOMA, son detectados en tres formas: por sintomatología, por examen selectivo (esto es cuando existen antecedentes familiares de alguna de las dos enfermedades) y mediante el programa nacional de tamizaje neonatal (que estudia, en todos los recién nacidos de Costa Rica, la presencia de niveles elevados de Leuc, Fa y de la Hormona Estimulante de la Tiroides, TSH).

Lo ideal es que la detección se realice mediante alguno de los dos últimos métodos pues, entre más rápido sea el diagnóstico menores serán las secuelas de estas dos patologías (8).

Una vez detectados, los niños son internados en el HNN, para atender problemas agudos y estabilizar los niveles de aminoácidos sanguíneos. Si el niño no está en estado crítico, se comienza a manejar con una dieta que llene sus requerimientos nutricionales de calorías, líquidos, proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales (Tabla 1), pero, sin Fa en los niños con FC o sin Leuc, Val e Isoleuc en los que tienen EOMA.

TABLA 1
REQUERIMIENTOS DIARIOS DE CALORIAS Y NUTRIENTES
PARA NIÑOS DE DIFERENTES EDADES

| Nutrientes | Unidad Medida | 0-2 meses | 0-3 meses | 6-12 meses | 1-2 años | 2-3 años | 3-4 años | 4-6 años | 6-8 años | 8-10 años |
|------------------------|---------------|--------------------------------|-----------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Calorías | Kcal | 120/kg | 110/kg | 110/kg | 1100 | 1250 | 1400 | 1600 | 2000 | 2200 |
| Vol (agua) | ml | 100/kg | 110/kg | 100/kg | 1100 | 1250 | 1400 | 1600 | 2000 | 2200 |
| CHO | g | Total kilocalorías por 0.50 -4 | | | | | | | | |
| Proteína menor 1 año | g/kg | 1.8-2.2 | 1.8-2.0 | 1.8 | | | | | | |
| Proteína mayor 1 año | g/kg | | | | 25 | 25 | 30 | 30 | 35 | 40 |
| Grasas | g | Total kilocalorías por 0.35 -9 | | | | | | | | |
| Sodio | mEq/kg | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Potasio | mEq/kg | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Calcio | mg | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 |
| Fósforo | mg | 200 | 400 | 500 | 700 | 800 | 800 | 800 | 900 | 1000 |
| Magnesio | mg | 40 | 60 | 70 | 100 | 150 | 200 | 200 | 250 | 250 |
| Hierro | mg | 6 | 10 | 15 | 15 | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Yodo | ug | 25 | 40 | 45 | 55 | 60 | 70 | 80 | 100 | 110 |
| Vit. B1 | ug | 200 | 400 | 500 | 600 | 600 | 700 | 8000 | 1000 | 1100 |
| Vit. B2 | ug | 400 | 500 | 600 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1100 | 1200 |
| Vit. B6 | ug | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 900 | 1100 | 1200 |
| Vit. B12 | ug | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 | 4.0 | 5.0 |
| Ac ₁ Fólico | ug | 50 | 50 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | 300 |
| Niacina | mg | 5 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| Vit. C | mg | 35 | 35 | 35 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Vit. A | IU | 1500 | 1500 | 1500 | 2000 | 2000 | 2500 | 2500 | 3500 | 3500 |
| Vit. D | IU | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Vit. E | IU | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 | 15 |

* Fuente: American Academy of Pediatrics, Committee on Nutrition. Special diet for infants with inborn errors of aminoacid metabolism. *Pediatr* 57:783-792, 1976.

Para lograr esto, se deben utilizar fórmulas lácteas especiales que no tienen Fa como la Phenylfree o que tienen muy poca cantidad de ella como es el caso de la «Lofenalac» o que

no tienen aminoácidos ramificados como la «MSUD diet powder» (Tabla 2) (4).

TABLA 2
COMPOSICION NUTRICIONAL DE FORMULAS LACTEAS ESPECIALES
USADAS EN EL MANEJO DE NIÑOS CON FC Y EOMA

| Nutriente | Lofenalac | Phenylfree | MSUD Diet Powder |
|-------------------|-----------------|------------|------------------|
| Kilocalorías | 454.0 | 406.0 | 473 |
| Proteína (g) | 15.0 | 20.3 | 82 |
| Grasa (g) | 18.0 | 6.8 | 20 |
| Carbohidratos (g) | 60.0 | 66.0 | 633 |
| | Aminoácidos (g) | | |
| Isoleucina | 0.75 | 1.08 | 0 |
| Leucina | 1.41 | 1.70 | 0 |
| Fenilalanina | 0.06 | 0 | 0.55 |
| Valina | 1.20 | 1.24 | 0 |
| | Vitaminas * | | |
| Vit. A (IU) | 1.160.0 | 2.030.0 | 1.183.0 |
| Vit. D (IU) | 284.0 | 406.0 | 296.0 |
| Vit. E (IU) | 7.1 | 10.0 | 7.0 |
| Vit. C (mg) | 37.0 | 53.0 | 38.0 |
| Tiamina | 428.0 | 609.0 | 370.0 |
| Vit. B6 | 290.0 | 508.0 | 300.0 |
| Vit. B12 | 1.4 | 2.5 | 1.5 |
| Niacina | 5.714.0 | 8.122.0 | 5.900.0 |
| Ac. Fólico | 72.0 | 100.00 | 74.0 |
| Ac. Pantot. | 2.142.0 | 3.046.0 | 2.200.0 |
| Colina (mg) | 61.0 | 86.0 | 63.0 |
| Biotina | 36.0 | 30.0 | 40.0 |
| Vitamina K | 72.0 | 102.0 | 74.0 |
| Inositol (mg) | 72.0 | 102.0 | 72.0 |
| | Minerales ** | | |
| Calcio | 435.0 | 634.0 | 488.0 |
| Fósforo | 326.0 | 508.0 | 266.0 |
| Magnesio | 51.0 | 76.0 | 52.0 |
| Hierro | 8.6 | 12.0 | 9.0 |
| Yodo (µg) | 32.0 | 66.0 | 33.0 |
| Cobre (µg) | 429.0 | 609.0 | 400.0 |
| Manganeso | 0.7 | 1.0 | 0.7 |
| Zinc | 2.9 | 4.1 | 3.0 |
| Sodio (mEq) | 9.0 | 10.0 | 8.0 |
| Potasio (mEq) | 12.0 | 18.0 | 11.5 |
| Cloro (mEq) | 9.0 | 14.0 | 10.0 |

* En microgramos salvo cuando se indiquen otras unidades.

** En miligramos salvo cuando se indiquen otras unidades. Adaptado de: American Academy of Pediatrics, Committee on Nutrition. Special diets for infants with Inborn errors of aminoacid metabolism. Pediatrics 1976; 57:83-792.

Deben realizarse exámenes de sangre cada dos días y determinarse los niveles de los aminoácidos involucrados mediante un analizador de aminoácidos o si no se cuenta con este instrumento, utilizando la prueba de Guthrie (9). En el momento en que los niveles sanguíneos llegan a valores cercanos o menores a 4 miligramos por decilitro (mg/dl), se comienzan a manejar con dietas con más aporte de aminoácidos, como se explicará a continuación.

Dieta de estabilización.

Esta segunda etapa en el manejo nutricional, pretende encontrar el requerimiento individual de los aminoácidos involucrados. Para ello, se calculan dietas adecuadas en calorías, líquidos y nutrientes y con la recomendación menor de Fa o Leuc, Isoleuc y Val, según la patología presente (Tabla 3).

TABLA 3
RECOMENDACIONES DIETETICAS DIARIAS DE FENILALANINA (FA), LEUCINA (LEUC)
ISOLEUCINA (ISOLEU), VALINA (VAL), PARA NIÑOS, ADOLESCENTES Y ADULTOS.

| Edad | FA (mg) | LEUC (mg) | ILE (mg) | VAL (mg) |
|--------------------|-----------|-----------|----------|----------|
| Ambos sexos | | | | |
| 0<3 meses | 47-90 | 60-100 | 30-90 | 40-95 |
| 3<6 meses | 47-90 | 40-80 | 30-80 | 40-90 |
| 6<9 meses | 25-47 | 40-75 | 30-70 | 30-80 |
| 9<1 año | 25-47 | 40-60 | 30-60 | 30-70 |
| 1<4 años | 200-450 | 40-70 | 20-85 | 30-85 |
| 4<7 años | 225-625** | 35-65 | 20-30 | 30-50 |
| 7<11 años | 250-650** | 30-60 | 20-30 | 25-30 |
| Mujeres | | | | |
| 11<15 años | 300-700** | 30-50 | 20-30 | 20-30 |
| 15<19 años | 275-675** | 15-40 | 10-30 | 15-30 |
| >19 años | 275-675** | 15-40 | 10-30 | 15-30 |
| Hombres | | | | |
| 11<15 años | 350-750** | 20-30 | 20-30 | 20-30 |
| 15<19 años | 350-750** | 15-30 | 10-30 | 15-30 |
| >19 años | 300-700** | 15-30 | 10-30 | 15-30 |

* mg/kg de peso/día. Excepto para la FA en mayores de 1 año.

** mg totales/día.

Adaptado de: Zenan F J. Clinical Nutrition and Dietetics (4) y Acosta P B. The Ross Metabolic Formula System (19).

Los niveles sanguíneos deben evaluarse cada tres días y hacer un control cruzado: niveles sanguíneos-dieta. Si la Fa o la Leuc, Val e Isoleuc en sangre están en valores menores a 2 mg/dl su aporte en la dieta, debe aumentarse en 25 miligramos por tres días, controlar en este momento con un examen de sangre y así sucesivamente, hasta lograr niveles de aminoácidos sanguíneos entre 4 y 10 mg/dl (8).

Si por el contrario, con este aporte de aminoácidos los niveles sanguíneos son mayores de 20 mg/dl, su consumo dietético, debe disminuirse en forma agresiva, bajando a la mitad la prescripción de aminoácidos. Una vez que los niveles plasmáticos estén por debajo de 4 mg/dl, se reinicia elevando el aporte de aminoácidos

en igual forma que se describió anteriormente, aunque este nivel sea menor a la recomendación más baja.

Si el nivel de aminoácidos es mayor de 10 mg/dl pero menor de 20 mg/dl, se disminuye el aporte dietético entre un 5 y un 10%. De igual forma que en los casos anteriores, se deben hacer controles de niveles sanguíneos cada tres días y continuar bajando el aporte de aminoácidos hasta lograr mantenerlo entre 4 y 10 mg/dl.

Una vez logrado este nivel plasmático, podemos considerar que ese es el requerimiento de Fa o de Leuc, Val e Isoleuc del niño y con este valor se seguirá manejando dietéticamente de aquí en adelante.

Dieta de seguimiento.

Si los niveles de aminoácidos plasmáticos están estables, los controles de dieta, deben hacerse cada 4 semanas en niños menores de 2 años y cada 8 ó 12 semanas en niños mayores, con controles sanguíneos de 4 a 6 días antes de la consulta. Además, debe instruirse a la madre para que pueda llenar un registro de ingesta de tres días antes de tomar la muestra de sangre para el examen.

La dieta de seguimiento, es la que tendrá que llevar el niño de este momento en adelante. Algunos investigadores estiman que debe ser estrictamente calculada y seguida por el niño el resto de su vida, mientras que otros consideran que, en los fenilcetonúricos, puede ser más liberal a partir de los 6-8 años (10,11,12,13,14).

Sin embargo, según la experiencia desarrollada en el HNN, se considera beneficioso mantener los niveles de aminoácidos en valores menores de 10 mg/dl aún después de los 4 años pues, aunque luego de esta edad el daño cerebral es mínimo, se ha encontrado una mejor estabilidad emocional en los niños con buen control.

Para calcular la dieta de seguimiento, debe tomarse en cuenta la edad y el estado nutricional de cada niño. De esta forma, si el niño tiene buena condición nutricional, se utilizan como guía para calcular el requerimiento, las recomendaciones nutricionales normales (Tabla 1). Si por el contrario el niño es obeso o tiene falla para progresar, deben manejarse estas dos patologías, junto con su problema metabólico (15,16). No se justifica que un niño con un control dietético tan frecuente, presente algún tipo de malnutrición.

Cálculo de la dieta.

Para el cálculo de la dieta, deben seguirse los siguientes pasos:

1. Establecer el requerimiento de los aminoácidos involucrados según se discutió anteriormente.
2. Determinación del requerimiento de calorías y del resto de los nutrientes a partir de las recomendaciones nutricionales, tomando en cuenta su estado nutricional y el reporte de los niveles sanguíneos de aminoácidos.
3. Distribuir el volumen calórico total entre los nutrientes energéticos. El aporte energético de las proteínas estará determinado por la recomendación, mientras que el de grasa se establecerá entre un 30-40% dependiendo del apetito del niño y por ende de la necesidad de aumentar o disminuir el volumen de la dieta. El aporte de carbohidratos será el necesario para llenar las calorías que no fueron cubiertas por los dos nutrientes anteriores.
4. Una vez establecido el requerimiento de nutrientes se procede a llenarlo de la siguiente forma:

Para niños menores de 6 meses.

En países desarrollados, se recomienda iniciar la ablactación de estos niños tempranamente, esto es, entre los 3 y 4 meses

de edad (8). Sin embargo, la experiencia en nuestro país, nos ha demostrado que lo ideal es mantener la lactancia exclusiva hasta los 6 meses. Esto debido a que cuando el niño recibe leche como único alimento, es más sencillo para la madre controlar y preparar la dieta y por ende es mejor el control de aminoácidos sanguíneos.

Usualmente, los niños con estas patologías se destetan y se manejan únicamente con fórmulas lácteas especiales, sin embargo, dentro de lo posible es ideal mantener la lactancia materna.

La leche materna (LM) tiene entre 0.8 y 0.9 g/dl de proteína que aportan aproximadamente 41 mg de fenilalanina, 48 mg de isoleucina, 104 mg de leucina y 54 mg de valina (4).

La dieta se calcula combinando LM y fórmula especial. El consumo de LM se calcula pesando al niño antes y luego de mamar. La cantidad de leche que el niño mama, debe controlarse limitando el tiempo de lactancia, de tal forma que se complete con la leche materna el requerimiento de FA en los fenilcetonúricos o de leucina (que es el aminoácido limitante) en los jarabes de arce.

El requerimiento de proteínas se ajusta con las fórmulas lácteas Phenylfree o MSUD diet powder respectivamente (pueden utilizarse otras fórmulas comerciales con iguales características que se encuentren en el mercado). Si con la LM y la fórmula, no se llena el requerimiento de grasa y carbohidratos, estos se complementan con aceite vegetal y con polímeros de glucosa o en su defecto con sacarosa. Estos dos componentes, le serán agregados a la fórmula láctea.

Cuando el niño no recibe leche materna, se llena el requerimiento de proteínas con las fórmulas especiales y se completa el requerimiento de FA o Leuc con una leche modificada en proteínas, la Val y la Isoleuc quedan, casi siempre, por debajo de los requerimientos por lo que deben suplementarse con un preparado farmacéutico.

Al igual que en el caso anterior, el requerimiento de grasa y carbohidratos se completa con aceite vegetal y sacarosa o polímeros de glucosa.

Para niños mayores de 6 meses.

Como se mencionó anteriormente en nuestro país la ablactación se inicia a los 6 meses. Se comienza con frutas eliminando la toma de leche de media mañana, iniciando con una cucharada de puré y aumentando 1 cucharada cada día hasta llegar a 120 cc.

El aporte de macronutrientes y de Fa o de Isoleuc, Val y Leuc del puré, se resta al requerimiento. Los aminoácidos se completan con una leche modificada en proteínas, fortificada y si no se logra llenar el requerimiento de Isoleuc o Val, se deben utilizar preparados comerciales, para suplementarlos, el requerimiento de proteínas se completa con MSUD diet powder en los EOMA y con Phenylfree en los FC y el de de carbohidratos y grasas con sacarosa y aceite vegetal.

La introducción de alimentos sólidos se puede dar en este orden: primero frutas, segundo raíces y tubérculos, tercero

vegetales, cuarto cereales y por último leguminosas (para conocer los alimentos que componen cada uno de estos grupos y su composición nutricional consulte el artículo «Listas de intercambio para utilizar en la FC y en la EOMA» que se publica en este mismo número).

En la introducción de nuevos sabores y texturas, se siguen los mismos lineamientos que con niños sanos (17).

Para determinar la cantidad de alimentos sólidos que se calcularán en la dieta, es indispensable tomar en cuenta la disponibilidad de alimentos de la familia y el apetito y los gustos del niño. Así, entre más apetito tenga el pequeño, debe calcularse menos cantidad de alimentos con alto aporte de aminoácidos. En estos casos, la dieta debe ser rica en frutas, vegetales, raíces y tubérculos con pequeñas cantidades de cereal o leguminosas. Si por el contrario, el niño come muy poco pueden incluirse dentro de la dieta mayores cantidades de cereales y leguminosas.

Generalmente, cuando el niño tiene más de 1 año, su requerimiento de los aminoácidos restringidos se llena con sólidos, por lo que las leches con aminoácidos no son necesarias. Sin embargo, en algunas situaciones de baja ingesta, deben seguirse utilizando. En estos casos, ya las leches modificadas en proteínas (maternizadas) no son necesarias por lo que se sustituyen por leche en polvo sin modificar o por leches líquidas pasteurizadas.

De igual forma que se hizo al inicio de la ablactación, se llena con sólidos la mayor parte posible de Fa o de Leuc, Val e Isoleuc (en respuesta a ingesta) y los aminoácidos se completan con leche con aminoácidos. Se termina de llenar proteína con las fórmulas lácteas especiales. Las grasas y carbohidratos se ajustan con aceite y sacarosa.

Para el cálculo de la dieta se utilizan las listas de intercambio que se publican en este mismo número las cuales deben ser utilizadas de igual forma que las listas de intercambio para diabéticos (18).

En todos los métodos de cálculo mencionados, debe evaluarse si la isoleucina y la valina quedan deficientes y completar su requerimiento con preparados farmacéuticos. Esto es especialmente importante con la isoleucina ya que su deficiencia produce serias alteraciones en la piel del niño. Al igual que con estos aminoácidos, el aporte de vitamina y minerales de estas dietas deben analizarse y suplementarse en caso necesario.

Debido a que las fórmulas MSUD diet powder, «Lofenalac» y «Phenylfree» tienen una alta cantidad de carbohidratos simples, debe hacerse énfasis en la importancia de que el niño mantenga una buena higiene bucal (8).

Es indispensable tener siempre presente que aunque el cálculo de la dieta es muy importante, lo es más todavía brindar una explicación detallada de esta y una buena educación nutricional a la madre o encargado del niño.

SITUACIONES ESPECIALES:

Infección o quemaduras.

En estos casos, el organismo del niño tiene requerimientos superiores a los normales, por lo que puede haber niveles de aminoácidos aumentados debido a degradación tisular. Es indispensable aumentar el aporte energético con carbohidratos y grasas para evitar el catabolismo de proteínas y por ende, el acúmulo de intermediarios tóxicos (11,20). Para ello, se recomienda aumentar las calorías entre un 25 y 45% y bajar el aporte de los aminoácidos limitantes en un 5-10% con controles de sangre cada 3 días.

Si el niño no come toda su comida.

Debe enseñarse a la madre para que calcule y apunte la cantidad de alimentos que el niño deja durante el día y para que sepa como compensar ese faltante con leche corriente, que será dada al niño por la noche.

Así por ejemplo, si un niño con FC no come 1/2 porción de fruta y 1 porción de cereal, esto equivale a 100 mg de Fa que dejó de consumir. Una leche líquida pasteurizada tiene 176 mg de Fa en 100 cc por lo que necesitamos que el niño se tome 57 cc de esta leche para compensar lo que dejó de comer en el día.

Esta cantidad de leche, se le dará por la noche antes o con la última toma de fórmula.

CONCLUSIONES

El manejo dietético adecuado en los niños con FC y EOMA es vital para que estos niños tengan un desarrollo físico y mental normal (21). El cálculo de la dieta para ambas patologías es complicado y tedioso sin embargo, el contar con instrumentos adecuados agiliza esta acción y el tener bien delimitado los pasos a seguir, asegura un mejor manejo y brindan al nutricionista o dietista una mayor seguridad.

Estas dos enfermedades, por ser de baja incidencia, no son prioridad en países donde las principales causas de muerte infantil son las enfermedades infecto-contagiosas, sin embargo, conforme estas patologías del subdesarrollo sean controladas, cambiará el perfil epidemiológico en Latinoamérica, pasando a ser las patologías de otro tipo las causantes de las morbimortalidad infantil como es el caso de Costa Rica donde las enfermedades infecciosas han pasado a un cuarto lugar, con lo cual, los problemas genéticos entre los cuales está la FC y la EOMA, han pasado a ser problemas importantes (22).

Por esta razón y por lo severo de las secuelas de estas dos patologías, se consideró necesario definir el manejo nutricional que se les dará a estos niños en Costa Rica y que podría servir como guía a otros países latinoamericanos en donde estas dos enfermedades están siendo detectadas tempranamente.

La metodología propuesta en el presente documento, debe ser desarrollada por un profesional de nutrición, ya que se requieren conocimientos específicos del área para poder lle-

varla a cabo puesto que como no se trata de un manual el espacio es reducido, y por lo tanto, no se detallan acciones que el nutricionista domina.

REFERENCIAS

1. Anderson L, Dibble M V, Turkki P R, et al. Nutrición y dieta de Cooper. 17 ed. México D.F., Nueva Editorial Interamericana: 687-703. 1987.
2. G Brien D. Inborn errors of metabolism Am J Clin Nutr 32:482-485. 1979.
3. Robinson C H, Lawber M R, Chenoweth W L and Garwch A E. Normal and therapeutic nutrition 17 ed, New York: Mc Millan Publishing Co Inc, 588-598. 1986.
4. Zeman F. J. Clinical nutrition and dietetic Toronto: The Collamore Press 383-440. 1983.
5. Brunner R L; Jordan M K, Berry H K. Early-treated phenylketonuria: Neuropsychologic consequences. J. Pediatrics 102: 831-835. 1983.
6. Collins J E, Leonard J V. The dietary management of inborn errors of metabolism. Human Nutr: Appl Nutrit 39a: 255-272. 1985.
7. Jiménez Z. Intervención nutricional en niños con fanilcetonuria y enfermedad de la orina con olor a jarabe de arce. En prensa: Acta Med Cost. 1992.
8. Grills N J and Bosscher M V. Manual of nutrition and diet therapy. New York: Mc Millian Publishing Co. Inc p:369-389. 1981.
9. Guthrie R A and Sieri A. A simple phenylalanina method of detection of phenylketonuria in large population of newborn infants Pediatrics 32:338-343. 1963.
10. Berry H. K. Hyperphenylalaninemias and Tyrosinemias Clin Permittol. 3:15-18. 1976.
11. Collins J E and Leonard J V. The dietary management of inborn errors of Metabolism Human Nutr: Appl. Nutr 33:146-154. 1979.
12. Farriaux J P, Desombrc-Denys D, Charles-Bassi M A and Dhondt J L. Le traitement de la phenylcetonuria. Remarques a propos d' une analyses de vingt et un cas. Sem Hop Paris 57:356-360. 1981.
13. Seahore I M R. et al. Loss of intelectual function in children with phenylketonuria after relaxation of dietary phenylalanine restriction. Pediatric 75:226-232. 1985.
14. Smith I, Lobascher M E, Stevenson J E, et al. Effect of stopping low PA diet on intelectual program of children with PKU. British Med J. 2:723-726. 1978.
15. Morice A, Jiménez Z, Fonseca R, Alfaro F. Tratamiento del niño con retardo en el crecimiento (Falla para Progresar). Bol Med Hosp. Inf Mex 46:567-571. 1989.
16. Rosebaum M and Leibel R L. Obesity in childhood. Pediatrics in Rev. 11:43-56. 1989.
17. Jones E. Normal Infant Feeding. IN: Manual for pediatric nutrition. Edited by: Kelts D G and Jones E G. Boston: Little, Brown and Co. 21-48. 1984.
18. Power M. Nutrition guide for profesionales U.S.A.: American Diabetic Asoc. 1988.
19. Acosta P B, Ortega T, Bill L, et al. A parent's guide to the child with Maple Syrup urine disease. Atlanta, U.S.A.: Emory University, 72-90. 1980.
20. Francis D E. Inborn errors of metabolism: The need for sugar. J Human Nutr 33:146-154. 1979.
21. Whitney E N, Cataldo C B and Rofes S R. Understanding Normal and Clinical Nutrition. II ed, Los Angeles: West Publish Co., 283-287. 1987.
22. Ministerio de Salud. Memoria anual 1991. Costa Rica: Departamento de publicaciones e impresos del Ministerio de Salud, 24-27. 1991.

Recibido: 24-08-1992

Aceptado: 14-07-1993

Listas de intercambio de alimentos para usar en la fenilcetonuria y en la enfermedad de la orina con olor a miel de arce

Zulema Jiménez Soto

Unidad de Crecimiento y Desarrollo. Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA). (INCIENSA, Aptdo 4, Tres Ríos, Cartago, Costa Rica, Centroamérica)

RESUMEN. La fenilcetonuria (FC) y la enfermedad de la orina con olor a miel de arce (EOMA), son dos defectos del metabolismo de los aminoácidos cuyo tratamiento es básicamente dietético. El mal manejo o la detección tardía de estas patologías, puede provocar daños serios en el desarrollo intelectual del niño. Para poder calcular la dieta de estos pequeños, es indispensable contar con información sobre la composición de aminoácidos de los alimentos que se les van a recomendar. El cálculo y la explicación de la dieta, basándose en valores individuales de los alimentos, es muy difícil. Sin embargo, las listas de intercambio o los grupos de alimentos con que contamos son los utilizados en países desarrollados por lo que incorporan alimentos y productos comerciales que no son utilizados por nuestra población, lo cual las hace poco precisas para usar en los países latinos ya que se alteran los promedios de composición. Por ello, se desarrolló el presente proyecto que tenía el fin de elaborar listas de intercambio de alimentos para ser usadas en Latinoamérica en el cálculo de las dietas para niños con FC y EOMA. **Palabras clave:** Listas de intercambio de alimentos, fenilcetonuria (FC), y enfermedad de la orina con olor a miel de arce (EOMA).

SUMMARY. Exchange food list for phenylketonuria and maple syrup urine disease. Phenylketonuria (PKU) and maple syrup urine disease (MSUD) are disorders of the aminoacid metabolism. Treatment of PKU and MSUD, is based on the restriction of the involved aminoacids. Diet must begin very early in life in order to prevent neurological sequelae. A wrong dietary produce central nervous system damage. The first clinical manifestations are unexplained failure to thrive, vomiting, feeding difficulties, lethargy, coma, acidosis and irritability. The most severe consequence is impaired mental development. The standar exchange foods list (EFL) used in outpatient clinics, is designed for developed countries, and contains foods that are not available in our countries. Therefore, we provide in this article a EFL, based on food that are frequently used in Central America, with data of existing food composition tables. This list is currently being used by the Costa Rica national Children's Hospital Metabolic Disease Unit. **Keywords:** Exchange food list, phenylketonuria (PKU), Maple Sirup Urine Disease (MSUD).

INTRODUCCION

La fenilcetonuria (FC) y la enfermedad de la orina con olor a miel de arce (EOMA), son alteraciones en el metabolismo de los aminoácidos, de origen genético, con un patrón de herencia autosómico recesivo (1,2).

En Costa Rica no contamos con estudios epidemiológicos que nos den idea de la incidencia de estas patologías en nuestra población; sin embargo, De Céspedes y colaboradores en 1984, reportan una incidencia de un caso de FC entre 722 niños que asistían a centros asistenciales de educación especial (en ellos, se atienden niños con algún retraso mental pero, además sordos, ciegos y otros). Concluyen además que la frecuencia

de estas patologías debe ser mayor ya que, en Costa Rica, los niños con retraso mental severo no se encuentran institucionalizados (3).

Las hiperfenilalaninemias, son un grupo de desórdenes que se manifiestan con altos niveles sanguíneos del aminoácido fenilalanina. Una de estas es la fenilcetonuria, que fue descubierta por Folling en 1934, cuando encontró ácido fenilpirúvico en la orina de dos niños con retardo mental (4).

En la FC clásica, el defecto bioquímico, consiste en una deficiencia de la enzima hepática fenilalaninahidroxilasa, encargada de catabolizar la conversión de la fenilalanina en tirosina (5).

Se afecta la producción de melanina y epinefrina

(metabolitos de la tirosina), la concentración de fenilalanina en sangre alcanza valores superiores a los 20 miligramos por decilitro (mg/dl) (normal: 1.0-3.0 mg/dl) y al incrementarse la actividad de las vías metabólicas alternas, se producen cantidades anormales de ácido fenilpirúvico, fenil láctico, fenilacético y de fenilacetilglutamina, que son excretados en gran cantidad en la orina (2).

Resultado de todas estas alteraciones, los niños con FC que no son tratados tempranamente (primeras semanas de vida), sufren efectos devastadores en su sistema nervioso central, de los cuales el más grave es un retardo mental grave, donde el niño puede perder hasta 50 puntos de su coeficiente intelectual (C.I.) durante los primeros años de vida (5,6). Luego de los dos años, el daño cerebral es irreversible y se han reportado C.I. tan bajos como 20 puntos (7).

La EOMA, es un desorden metabólico en el cual se presenta una deficiencia de la descarboxilasa de los cetoácidos de cadena ramificada. Esta enzima es necesaria para la descarboxilación oxidativa de los alfa cetoácidos de cadena ramificada derivados de los aminoácidos valina, leucina e isoleucina (8).

Como consecuencia, estos aminoácidos y sus correspondientes cetoácidos, se acumulan en el plasma y se detectan en la orina. Los primeros síntomas son convulsiones, vómitos, letargo, dificultad para succionar y tragar, respiración irregular, períodos intermitentes de flacidez y rigidez, llanto frecuente y excreción urinaria de cetoácidos lo que les da el característico olor a miel de arce (2,9).

Los niños que no son tratados tempranamente, sufren retraso mental profundo, convulsiones, pérdida del reflejo de Moro y del tendón y eventualmente hasta la muerte (10).

El tratamiento para estas dos enfermedades es básicamente dietético. Debe controlarse la ingesta de los aminoácidos involucrados, para que no sobrepasen los niveles sanguíneos aceptados como normales, pero al mismo tiempo, su aporte debe ser suficiente para llenar los requerimientos nutricionales del niño, de tal forma que le permita mantener un buen estado nutricional, un adecuado crecimiento físico y un desarrollo mental normal (11,12,13).

Para determinar el nivel de energía, macronutrientes, minerales y vitaminas que debe tener la dieta de los individuos con FC y EOMA, deben utilizarse las recomendaciones dietéticas vigentes en cada país. Para establecer el nivel de los aminoácidos involucrados, que debe aportar la dieta, se deben utilizar como guía recomendaciones de países desarrollados ya que, no se han establecido para nuestras poblaciones (4,14).

Sin embargo, el requerimiento real, ya sea de fenilalanina para la PC, o de valina, leucina e isoleucina para la EOMA, que cada individuo necesita, solo puede estimarse con el análisis de los niveles de estos aminoácidos en sangre luego de 3-4 días de estar con una determinada prescripción dietética (ver metodología de atención de niños con FC y EOMA que se publica en este mismo número).

En nuestro país, según la experiencia que se ha ido acumulando durante 6 años de tratar a niños con estas patologías, se considera que una prescripción es correcta cuando la prueba de Guthrie (15), da valores de fenilalanina o leucina entre 4 y 10 mg/dl.

Todo esto, deja en claro que de nada vale tener dietas previamente calculadas ya que cada individuo tendrá un requerimiento totalmente diferente, lo que hace más largo el proceso de la consulta nutricional.

Para el cálculo de la dieta, es indispensable contar con datos sobre el contenido, en los alimentos, de los aminoácidos involucrados. En vista de que en nuestro país no se contaba con tablas de composición de aminoácidos propias, ni con listas de grupos de alimentos o de intercambio, para ser utilizadas en la consulta dietética de niños con FC o EOMA, nos aplicamos a la tarea de recopilar la información existente para elaborar listas de intercambio de alimentos, enfocadas hacia el contenido de fenilalanina, leucina, isoleucina y valina, que facilitarán el cálculo y la explicación de la dieta, para este tipo de patologías.

El objetivo de este proyecto, fue el de elaborar listas de intercambio de alimentos, para utilizar en Latinoamérica en el cálculo de la dieta de personas con FC y EOMA, que faciliten y aligeren la labor del nutricionista en la consulta dietética de estas patologías.

METODOLOGIA

Para la elaboración de las listas de intercambio para FC y EOMA, se siguieron diferentes pasos:

1. Localización de tablas de composición de alimentos que tuviesen incluidos los aminoácidos valina, leucina, isoleucina y fenilalanina (16,17,18). De estas tablas, se recopiló la información de los alimentos consumidos con más frecuencia en América latina.
2. La información que proveían la mayoría de las tablas consultadas, estaba en base al alimento en crudo, por ello, la segunda etapa consistió en pasar a cocido la composición de los alimentos que se consumen de este modo, utilizando para ello factores de conversión (19).
3. Para facilitar el cálculo de la dieta, se consideró importante que, los grupos de alimentos y los valores de energía y macronutrientes de las listas de intercambio para FC y EOMA, fueran semejantes, a los de las listas de intercambio para pacientes diabéticos (20), que son del dominio de la mayoría de las nutricionistas. Así pues, este tercer paso consistió en agrupar los alimentos por su contenido de energía, proteínas, carbohidratos, grasas y aminoácidos, tratando de semejar los grupos de las listas mencionadas. Sin embargo, como el fin primordial de este trabajo consistía en tener grupos de alimentos semejantes en su proporción de aminoácidos, se tuvieron que fraccionar

grupos y se variaron algunos valores y tamaños de porciones. En especial, los de aquellos alimentos que, dentro de un grupo determinado, contenían cantidades de aminoácidos muy elevadas o muy bajas.

4. Una vez recopilada y ordenada la información, se procedió a pesar todos los alimentos que podían ser reportados, dentro de las listas, con unidades caseras. Esto facilita la comprensión y puesta en práctica de la dieta, por parte de las madres o encargadas de la alimentación del niño.

RESULTADOS

Como resultado del desarrollo de todo el proceso metodológico se obtuvieron las listas de intercambio que se muestran en la Tabla 1. Se segregaron los valores de las leches y fórmulas lácteas especiales ya que deben ser manejadas individualmente. Los alimentos que componen cada grupo y los tamaños de las porciones se observan en la Tabla 2.

TABLA 1
LISTAS DE INTERCAMBIO PARA FENILCETONURIA Y
ENFERMEDAD DE LA ORINA CON OLOR A MIEL DE ARCE

| Valores según tamaños de porción de las listas de intercambio | | | | | | | | |
|--|------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Grupo | KCAL | PROT (g) | GRASA (g) | CHO (g) | FA (mg) | ISO (mg) | LEU (mg) | VAL (mg) |
| Cereales | 80 | 2.0 | 1.0 | 15 | 90 | 77 | 160 | 91 |
| Raic. y Tub. | 105 | 1.5 | 0 | 25 | 75 | 61 | 106 | 86 |
| Leguminosas | 28 | 1.8 | 0 | 5 | 94 | 77 | 138 | 87 |
| Vegetales | 26 | 1.5 | 0 | 5 | 42 | 42 | 64 | 50 |
| Frutas | 50 | 0.7 | 0 | 12 | 20 | 27 | 19 | 24 |
| Grasas Comp. | 45 | 0 | 5 | 0 | 5 | 5 | 7 | 6 |
| Grasa Pura | 45 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Azúcares | 20 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Carnes | 65 | 7 | 4 | 0 | 300 | 345 | 536 | 377 |
| Valores por 100 gramos si el producto es en polvo ó 100 cc si es líquido | | | | | | | | |
| Leches | | | | | | | | |
| Vaca Cruda | 65 | 3.3 | 3.5 | 5.2 | 185 | 162 | 328 | 199 |
| Pasteurizada | 63 | 3.5 | 3.0 | 5.0 | 176 | 219 | 430 | 255 |
| Evaporada | 132 | 6.7 | 6.7 | 11.5 | 328 | 481 | 726 | 448 |
| Polvo Integ. | 485 | 26.1 | 25.5 | 38.6 | 1236 | 1346 | 2526 | 1640 |
| Polvo Descr. | 349 | 35.0 | 1.0 | 49.2 | 1657 | 1804 | 3387 | 2199 |
| Maternizada | 502 | 12.5 | 26.0 | 56.5 | 460 | 630 | 1440 | 710 |
| Soya | 513 | 13.7 | 28.1 | 51.9 | 740 | 650 | 1130 | 650 |
| Cabra | 92 | 3.9 | 6.2 | 5.4 | 142 | 197 | 353 | 242 |
| Materna | 70 | 1.0 | 4.4 | 6.9 | 41 | 48 | 104 | 54 |
| Msud. Diet | 473 | 8.2 | 20.0 | 63.3 | 550 | 0 | 0 | 0 |
| Lofenalac | 454 | 15.0 | 18.0 | 60.0 | 80 | 750 | 1410 | 1200 |
| Phenylfree | 406 | 20.3 | 6.8 | 66.0 | 0.0 | 1080 | 1700 | 1240 |

FA=fenilalanina ISO=isoleucina LEU=leucina VAL=valina

TABLA 2
GRUPOS DE ALIMENTOS DE LAS LISTAS DE INTERCAMBIO

| Raíces y Tubérculos | | Vegetales | | Grasas Compuestas | |
|---------------------|-----------------|-------------------|---------------------------|---|---------------|
| Camote | 1/2 taza | Ayote sazón | 1/2 taza | Aguacate | 1 cucharada |
| Malanga | 1/2 taza | Berenjena | 1/2 taza | Margarina | 1 cucharadita |
| Ñame | 1/3 taza | Brócoli | 2 cucharadas | Mantequilla | 1 cucharadita |
| Ñampí | 1/2 taza | Cebolla | 1 unid.med. | Mayonesa | 1 cucharadita |
| Papa | 1/2 taza | Coliflor | 2 cucharadas | | |
| Tiquisque | 1/2 taza | Chayote | 1/2 ud o 1/2 tz | | |
| Yuca | 1/2 taza | Espárragos | 6 1/2 unidades | Grasas Simples | |
| Frutas | | Espinacas | 2 rollos o 4 cdas | | |
| Anona | 1/2 unid peq | Hongos | 1/2 crudos | Aceite | 1 cucharadita |
| Banano | 1/2 unid peq | Lechuga | 2 tazas | Manteca | 1 c dita |
| Carambola | 1 unid grande | Pepino | 1/2 unid med. | | |
| Fresa | 10 unidades | Rábano | 3 unid med. | | |
| Grapefruit | 1/2 unid peq. | Remolacha | 2 rodajas gdes. | Alimentos sin aminoácidos o con muy bajo contenido de ellos: | |
| Guanábana | 1/4 tz de pulpa | Repollo | 1 taza crudo | | |
| Mandarina | 1 unid grande | Sopa de hongos | 3 1/2 cucharadas | | |
| Mango | 1 unid mediana | Sopa de tomate | 4 4/2 cucharadas | | |
| Manzana | 1 unid pequeña | Tomate | 3 rodajas gde | | |
| Melocotón | 1/2 unidad | Tomate (jugo) | 3/4 de taza | | |
| Naranja | 1 unid pequeña | Tomate (salsa) | 5 cucharadas | | |
| Papaya | 1/2 taza | Vainica tierna | 14 unidades | | |
| Pasas | 2 cucharadas | Zanahoria | 1 unid mediana | | |
| Pera | 1/2 unidad | Zapallo | 1 unid pequeña | | |
| Piña | 1/2 taza | | | | |
| Sandía | 1/2 taza | | | | |
| Uva | 8 unidades | | | | |
| | | Cereales | | | |
| Jugos | | Arroz | 1/4 taza | | |
| Melocotón | 3/4 taza | Arroz inflado | 3/4 taza | | |
| Naranja | 1 1/4 taza | Cebada | 2 cucharadas | | |
| Piña | 1 1/4 taza | Galleta soda | 1 paquete (4 unid dobles) | | |
| | | Galleta dulce | 4 unidades | | |
| Leguminosas | | Harina de maíz | 3 cucharadas | | |
| Frijoles | 3 cucharadas | Harina de trigo | 2 1/2 cucharadas | | |
| Lentejas | 2 cucharadas | Hojuelas de maíz | 3/4 taza | | |
| | | Macarrones | 1/4 taza | | |
| | | Maíz (grano) | 3 cucharadas | | |
| | | Palomitas de maíz | 2 tazas | | |
| | | Pan blanco | 1 bollito (26 g) | | |
| | | Pan integral | 1 rebanada med. | | |
| | | Tortilla de maíz | 1 1/2 unidad (15 g) | | |

- Los alimentos que se cocinan, se miden luego de prepararlos

En ella no se incluye el peso de las porciones en gramos pues quedaría muy cargada de datos, sin embargo a continuación se mencionan estos pesos ya que esto ayudará a reproducir porciones con medidas de otros países. Las porciones de raíces y tubérculos, frutas y vegetales son de 100 gramos con las siguientes excepciones: ñame (80 g), pasas (20 g), zapote (50 g), brócoli (30 g), coliflor (30 g) y espinaca (30 g). Las porciones de carnes y leguminosas son de 30 gramos y las de grasas puras y compuestas de 5 gramos a excepción de la mayonesa (3 g) y aguacate (15 g).

Con respecto a los cereales, los pesos de las porciones varían mucho: arroz 50 g, arroz inflado 21 g, cebada 23 g, galleta soda y dulce 20 g, harina de trigo y maíz, hojuelas de maíz y maíz en grano 22 g, macarrones 40 g, palomitas de maíz 15 g, pan blanco 26 g, pan integral 30 g y tortilla de maíz 15 g. Seguidamente se adjunta un glosario con los nombres más usados en Latinoamérica de los alimentos incluidos en las listas.

Glosario de nombres comunes de alimentos

| | |
|--------------|---|
| Achiote: | Ahiote, bija, campenche, onoto, ururú. |
| Aguacate: | Aguacatillo, aguatón, avocado, coyo, chuete, palta, persea, yas, zas. |
| Agua dulce: | Agua de caña dulce, agua de panela. |
| Ajo: | Alho. |
| Anona: | Anona blanca, chirimoya, manola |
| Avena: | Aveia |
| Apio: | Esmirnio, macedonio. |
| Ayote: | Auyana, calabaza, castellano, chaucha, chilacayote, guicoy, moranga, pipían, zambo. |
| Banano: | Guineo, majoncho, mínimo, plátano, roatán. |
| Brocoli: | Brécol, brócolo, bróculi. |
| Camote: | Batata, boniato, papa dulce. |
| Carambola: | Jalea, mimbro redondo. |
| Cas: | Arrayán. |
| Cebolla: | Cebola, Cebolao |
| Confites: | Caramelos, colmenas, dulces. |
| Culantro: | Cilandro, cilantro, culandro. |
| Chayote: | Cayote, cidrayote, chata, chidrapapa, chinta, chuchuchinta, echinta, guisayote, guisquil, inchintal, lacayote, pataste, perulero, tallón. |
| Chile dulce: | AjÍ dulce, chile, pimienta, chiltepe, chiltoma, guindilla, mishquiucho, morrón, pimienta morrón, pimentón, rocoto. |
| Espárrago: | Acelga |
| Fresa: | Frutilla |
| Frijoles: | Alubias, caroata, frejol, judías, negrillos, porotos. |
| Grapefruit: | Pomelo, toronja |
| Guanabana: | Cayure, corcho, grabiola, guanaba, mamona. |

| | |
|-------------|--|
| Hongos: | Callampas, champiñones, setas. |
| Lechuga: | Endivia, escarola. |
| Maíz: | Choclo, jilote, jojoto, milho. |
| Malanga: | Aro aflechado, camacho, mafafa, mofafa, mangarito, ocumo, taioba. |
| Mandarina: | Kiniquat, kuankuat, mexirica, mineira. |
| Manzana: | Maca, maka, perote. |
| Melocotón: | Abridor, albarceque, albaricoque, cojombro, damasco, durazno, chabacanos, prisco. |
| Miel abeja: | Miel de palo. |
| Mora: | Macuy, mata gallina, zarzamora. |
| Ñame: | Ottoto, cará, cush, inhame, mapuey, oteo, sachapapa, yam. |
| Ñampi: | Arseadera, bore, pituca, pituela, quequeisque, quequesheque verde, rascadera, taro. |
| Papa: | Patata, potato. |
| Papaya: | Chigualcán, fruta bomba, lechosa. |
| Pasas: | Fruta de parra seca, paturro seco |
| Pera: | Perón. |
| Piña: | Ananás. |
| Pepino: | Cohombro, cojombro, pepinillo |
| Remolacha: | Batarraga, beteraba |
| Repollo: | Col común, repollo |
| Sandia: | Melón colorado, melón de agua, patilla. |
| Sirope: | Almibar, concentrado, jarabe |
| Tapa dulce: | Jugo sólido de caña, panela, piloncillo, raspadura. |
| Tiquisque: | Quequeisque, otol. |
| Tomate: | Jitomate, miltomate, topetón, tomatillo, tomate jocote. |
| Uva: | Fruta de parra, paturra. |
| Vainicas: | Aguisho, chiclayo desmesino, ejote, habichuelas en vaina, judías en vaina, vainas, porotitos verdes. |
| Yuca: | Cassava, jícama, lutu-yuyu, mandioca. |
| Zapallo: | Ayote tierno, chauchitas (ver ayote). |

DISCUSION

Debido a que, como se mencionó, el manejo dietético de los pacientes con EOMA y FC, es vital para prevenir cualquiera de las consecuencias de estas dos patologías. Es entonces indispensable, contar con instrumentos adecuados para el cálculo de la dieta. El único material que se tenía para este fin, eran listas de intercambio o grupos de alimentos usados para tratar a estos niños en países desarrollados (4,9,14,15,21).

Estos materiales, no se ajustan a nuestra realidad puesto que, incluyen productos que usualmente no se consumen en Latinoamérica, lo cual altera los promedios de los grupos de alimentos.

Al mismo tiempo, por tratarse de países desarrollados, cuentan con productos especiales, libres o con niveles reducidos de los aminoácidos limitantes, tales como: harina con

muy poco contenido de valina, leucina e isoleucina o flan sin fenilalanina. En consecuencia, no resulta práctico, adaptar sus métodos de cálculo para usarlos en nuestros países.

El tamizaje neonatal para detectar FC y EOMA, funcionó en nuestro país de 1983 a 1985, en esa época, abarcaba solo el Hospital de Turrialba y el Hospital San Juan de Dios, como parte de un proyecto piloto para justificar el desarrollo de un programa nacional para la detección temprana de FC, EOMA e hipotiroidismo. El plan piloto logró demostrar la importancia del tamizaje neonatal con lo que, el plan nacional, empezó a funcionar a partir de 1990, debido a la complejidad de la coordinación a principios de 1992 solo se había incorporado al programa el 78% (n=87) de los Centros de Salud del Ministerio de Salud, el 58.6% (n=128) de las Clínicas y el 60% (n=15) de los Hospitales de la Caja Costarricense de Seguro Social, sin embargo se estima que para finales de este año, la cobertura será total.

Antes de esto, los niños detectados eran pocos y como la detección era tardía, casi todos presentaban, secuelas neurológicas.

El programa de tamizaje, dio como resultado un mayor número de niños detectados tempranamente, que necesitaban control alimentario más estricto, para evitar cualquier daño cerebral. Este hecho generó la necesidad de contar con tablas, folletos y papelería adecuada para el cálculo de la dieta y para la consulta dietética ya que, el material existente era poco práctico para el nutricionista y de difícil comprensión para los padres o encargados de los niños.

Fue por ello, que la elaboración del material para la consulta, el establecimiento de la metodología de atención y el desarrollo de las presentes listas de intercambio, se convirtieron en prioridad para mejorar el tratamiento y control de los niños con estas patologías.

Las listas de intercambio que resultaron del presente proyecto, son las que se han estado utilizando para el cálculo de la dieta de los niños con EOMA y FC, en la consulta de «Enfermedades metabólicas», del Hospital Nacional de Niños, desde 1989.

El material que se utiliza en la consulta para el cálculo de la dieta el software desarrollado con este fin y la papelería que se da al encargado de la alimentación del niño, puede ser solicitado a la autora.

Agradecimiento:

A la señorita Sonia Guzmán, diplomada en Nutrición, por su gran apoyo en el cálculo de porciones y en la elaboración de este documento. A la doctora Lila Umaña, al doctor Manuel Saborío, médicos pediatras genetistas del Hospital Nacional de Niños (HNN) y al doctor Carlos de Céspedes, Jefe del Servicio de Genética y Metabolismo del HNN por su apoyo técnico, durante toda mi labor con los niños con FC y EOMA, del HNN.

REFERENCIAS

1. Kco R and Wez E. Phenylketonuria. *Ann Rev Nutr.* 7:117-135, 1987.
2. Robinson C H, Lawler M R., Chenoweth W L and Gardwich A E. *Normal and therapeutic nutrition.* 17th Ed. New York: McMillan Publishing Co; Inc.: 588-598. 1986.
3. De Céspedes C, Santisteban I, Rojas E, Ortíz D. Detección de fenilcetonuria y otros errores congénitos del metabolismo en Centros de Educación Especial de Costa Rica. *Rev Cost Cienc Med* 1984; 5:17-25.
4. Zeman F J. *Clinical Nutritions and dietetics.* Toronto: The Collamore Press: 383-440. 1983.
5. Woo S L. Molecular basis and population genetics of phenylketonuria. *Biochemistry* 28:1-7. 1989.
6. Brunner R L, Jordan M K, Berry H K. Early treated phenylketonuria: neuropsychologic consequences. *J of Pediatr.* 102:831-835. 1983.
7. Whitney E N, Cataldo C B. *Understanding normal and clinical nutrition.* 2 ed. Los Angeles: West Publishing Co.:283-287. 1987.
8. Indo Y, Akaboshi I, Nobukuni Y, et al. Maple Syrup Urine Disease: a possible biochemical basis for the clinical heterogeneity. *Hum Gen.* 80:6-10. 1988.
9. Grills N J and Bosscher M V. *Manual of nutrition and diet therapy.* New York: McMillan Publishing Co, Inc., 369-389. 1981.
10. Acosta P B and Elsas L J. *Dietary management of inherited metabolic disease.* Atlanta: ACELMU Publishers, 14. 1976.
11. American Academy of Pediatrics. Committee on Nutrition. *Special diets for infants with inborn errors of amino acid metabolism.* *Pediatrics* 57:783-792. 1976.
12. Collins J E and Leonard J V. The dietary management of inborn errors of metabolism. *Hum Nutr: Appl Nutr*; 39A:255-272. 1985.
13. O'Brien D. Inborn errors of metabolism. *Am J Clin Nutr*; 32:482-485. 1979.
14. Acosta P B. *The Ross metabolic formula system. Nutritional support protocols.* Ohio: Ross Laboratories, 1989:1-8.
15. De Céspedes C, Tuna V de, Umaña L, Trejos R et al. Neonatal screening for PKU and MSUD in Costa Rica. *Proc of the fourth Natl Symp on Newborn screening.* L J Porter ed. Columbus, Ohio, 1985.
16. Acosta P B, Ortega T, Bell L and Marks R. *A parent's guide to the child with maple syrup urine disease.* Toronto: Emory University, Georgia-Hospital for sick children, Toronto, 30-59. 1980.
17. FAO. *Contenido de aminoácidos en los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas.* Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1970.
18. Schmidt H y Pennacchiotti I. *Tabla de composición química de alimentos chilenos.* Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, 34-36. 1985.
19. Murillo S, Ulate E. *Composición de alimentos y tabla de pesos para Costa Rica:* Universidad de Costa Rica, Instituto de Investigaciones en Salud (INISA) :12. 1984.
20. American Diabetes Association. *Exchange lists for meal planning.* Virginia: American Diabetes Association and American Dietetic Association, 1986.
21. Acosta P B. *The Ross metabolic formula system Nutritional support protocols.* Ohio: Ross Laboratories, 49-60. 1989.

Recibido: 24-08-1992

Aceptado: 14-07-1993

Effect of cassava bread supplementation on energy intake of rats

Mercedes Schnell¹, M. E. Carvaja² and B. Anchustegui³

Cátedra de Fisiología. Instituto de Medicina Experimental. - Universidad Central de Venezuela

SUMMARY. The effect of supplementing semi-purified diet of rats with milled cassava bread was investigated. Total food intake and weight gain were measured in *ad libitum* and *pair fed* animals. Plasma triglyceride levels were determined at the beginning and end of the experimental period. Cassava bread supplementation did not increase total food intake of the animals therefore resulted in a lower food efficiency ratio (FER) of the diet when animals were fed *ad libitum*. When the animals were *pair fed*, FER was similar for both diets suggesting that cassava supplementation does not increase significantly the energy content of the diet. Addition of milled cassava bread to the diet did not modify plasma lipid levels. This results support that cassava starch is partially unavailable to the rats. Clinical use of cassava bread is suggested for diabetic and obese patients.

RESUMEN. Efecto del cazabe sobre la ingestión de energía de la rata. Se investigó el efecto de la suplementación de una dieta semi-purificada con cazabe. Se evaluó la ingestión total de alimentos y la ganancia de peso de los animales sometidos a dos modelos de administración de la ración alimenticia: «libremente (*ad-libitum*)» y «apareamiento dietario (*pair-fed*)». Los niveles de triglicéridos plasmáticos fueron determinados al comienzo y final del período experimental. Los resultados demuestran que cuando los animales ingerían la ración libremente la suplementación de la dieta con cazabe no aumentó la ingestión total de alimentos por lo cual la eficiencia de la dieta (FER) disminuyó. En los experimentos de alimentación apareada la eficiencia de las dietas fue semejante por lo que se propone que la suplementación de la dieta con cazabe no aumentó el contenido energético de la ración alimenticia en forma significativa. No hubo diferencias significativas en los niveles de triglicéridos plasmáticos entre los grupos experimentales. Estos resultados sugieren que el almidón contenido en el cazabe es poco utilizable por los animales como fuente de energía. Se propone el uso de este alimento en pacientes diabéticos y obesos.

INTRODUCTION

Cassava is an important component of the diet in tropical countries (1). In Venezuela the most common way of eating cassava is as a dry bread: «cazabe» (2), which has an 86% starch content with a relatively low starch digestibility index

(3) and a dietary fibre content of 5.6% insoluble and 3.8% soluble fibre. The soluble fraction is rich in uronic acid polysaccharides hence it might be expected to modify the viscosity of the aqueous media of the intestine, and it has been shown (4) that cassava bread fibre delays gastric emptying in rats. It is generally accepted that certain dietary fibres, and particularly those considered soluble and gel forming, can modify the rates of absorption of various nutrients (5) therefore, dietary fibre has been used in the treatment of obesity (6). In the present study the possibility that cassava bread supplemented diet may modify the caloric value of the portion and thereby change the food efficiency ratio of the diet was explored. Possible effects of cassava bread supplementation on triglyceride plasma levels were also investigated.

1 Profesor Agregado de la Cátedra de Fisiología de la Escuela de Medicina Luis Razetti de la Universidad Central de Venezuela.

2 Tesista en entrenamiento. Escuela de Biología. Universidad Central de Venezuela.

3 Docente Temporal de la Cátedra de Fisiología de la Escuela de Medicina Luis Razetti de la Universidad Central de Venezuela.

MATERIALS AND METHODS

Cassava bread. Samples were purchased from a city market at Caracas, Venezuela. The bread was milled to pass through a 6- mesh screen and kept dry.

Animal feeding. For each experiment 20 females Sprague-Dawley rats (IME-UCV) were randomly assigned to two experimental groups of 10 animals each. Both groups had similar mean body weight at the beginning of the experiment («ad libitum» experiments: 190 ± 15 g; «pair fed experiments»: 185 ± 10 g.). All animals were housed individually in suspended stainless steel wired bottomed cages, and given tap water *ad libitum*. Animals were fed *ad libitum* or *pair fed* as indicated below.

Diets. Diets were prepared milling rat chow (Ratarina®) to pass through a 60 mesh screen, and mixing it with 20% (w/w) commercial mixed vegetable oil (control diet). Milled cassava bread was added (20% w/w) to half of the control diet (Cassava diet=100 parts control diet+20 parts milled cassava bread). Both diets were kept dry at 2 °C.

Feeding procedures. Animals were fed either a control or a 20% cassava supplemented diet. For the first experiment rats had free access to food. In the *pair fed* experiments animals

were matched and the food intake of the rats receiving control diet was limited by the amount of control portion taken by the experimental pair, therefore cassava free portion intake for both groups was similar.

Animals were weighed daily and food intake calculated considering feed spillage.

Blood collection. All blood parameters were determined individually in tail blood samples taken at the beginning and end of the experimental period.

Plasma triglycerides levels were assayed according to the enzymatic method of Tiffany et al. (7) with a commercial kit (Boehringer-Mannheim^R).

RESULTS

I. Ad libitum fed animals.

Table 1 shows that there were no significant differences in total food intake between control and cassava fed animals for the experimental period. When calculated on the basis of the cassava free portion, food intake was significantly lower in animals fed cassava supplemented diet, no matter the time period considered. The weight gain of the supplemented group is always smaller than that of the control animals; this difference reaches statistical significance ($p < .05$) after the second week of supplementation.

TABLE 1
FOOD INTAKE AND WEIGHT OF RATS FED AD-LIBITUM FOR FOUR WEEKS

| | | Total | Food intake (g) | | Weight (g) | Weight gain (g) |
|-------------|---------|-------|-----------------|------------|------------|-----------------|
| | | | Cassava | Cass, free | | |
| First week | Control | 119±6 | — | 119±6 | 242±18 | 52±2 |
| | Cassava | 128±6 | 26 | 102±4* | 237±17 | 47±1 |
| Second week | Control | 119±5 | — | 119±5 | 285±19 | 43±2 |
| | Cassava | 125±6 | 25 | 100±4* | 274±20 | 37±2 |
| Third week | Control | 121±6 | — | 121±6 | 326±35 | 43±2 |
| | Cassava | 118±4 | 23 | 95±4* | 306±28 | 32±1* |
| | Control | 162±6 | — | 162±7 | 367±30 | 42±2 |
| Fourth week | Cassava | 157±6 | 31 | 126±6* | 343±22 | 34±1* |

Values are mean ± SD of 10 animals.

Cass. Free = Cassava free portion of the diet in g.; *= $p < .05$

Figure 1 shows the food efficiency ratio (FER) of the diets for each experimental period. This parameter was significantly higher for the group fed control diet during the whole period studied, difference being statistically significant ($p < .05$). When FER is calculated on a cassava free portion basis the efficiency of the experimental diet becomes similar to that of control diet for the first three weeks. During the fourth week the efficiency for the cassava diet, calculated on cassava free portion, becomes higher than that of the control.

FIGURE 1

Food efficiency ratio in rats fed ad-libitum for four weeks

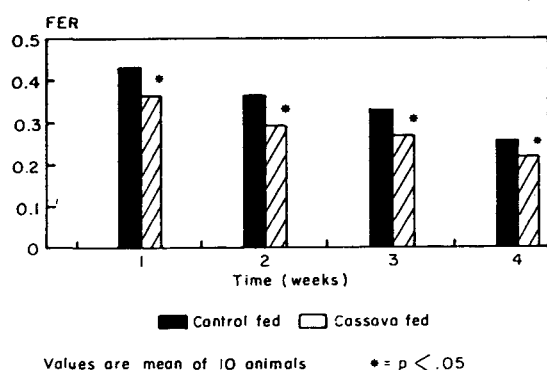


Table 2 summarizes plasma triglyceride mean values for control and experimental (cassava supplemented) animals and shows that there were no significant differences between the groups.

TABLE 2
TRIGLYCERIDE PLASMA LEVELS OF RATS FED
AD-LIBITUM FOR FOUR WEEKS

| | (mg/100ml) | |
|-------------|------------|------------|
| | Initial | Final |
| Control | 43.9 ± 3.0 | 35.0 ± 2.9 |
| Cassava fed | 44.7 ± 2.1 | 39.5 ± 2.2 |

Values are mean ± SD of 10 animals

II. Pair fed animals

Food intake and weight gain of rats pair fed the two diets for three weeks are summarized in Table 3. Total food intake was always 20% higher for cassava fed animals in order to provide a similar intake of the cassava free portion, thus when food intake was calculated on cassava free basis no difference was found between the groups.

TABLE 3
FOOD INTAKE AND WEIGHT OF RATS PAIR-FED
FOR THREE WEEKS

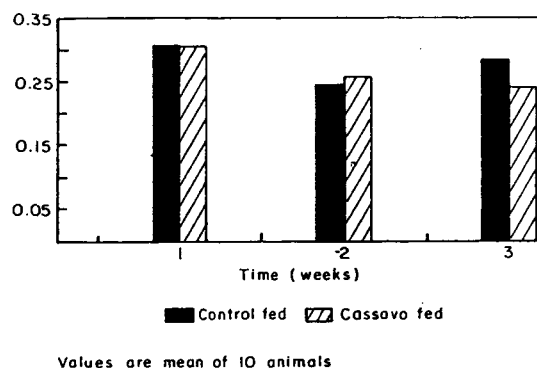
| | | Food intake (g) | | Weight W. gain (g) | |
|-------------|---------|-----------------|--------------|--------------------|------------|
| | | Total | Cassava free | | |
| First week | Control | 74±2 | — | 74±2 | 190±3 23±3 |
| | Cassava | 95±3 | 19±2 | 76±2 | 191±3 29±2 |
| Second week | Control | 68±2 | — | 68±2 | 208±3 17±3 |
| | Cassava | 82±2* | 16±2 | 66±2 | 213±3 21±3 |
| Third week | Control | 87±3* | — | 87±3 | 233±4 25±3 |
| | Cassava | 106±2* | 21±2 | 85±3 | 240±3 26±3 |

Controls received 80% of the cassava ratio.
Values are mean ± SD of 10 animals; *= $p < 0.5$

Regarding FER, Figure 2 shows that there were no significant differences between the groups.

FIGURE 2

Food efficiency ratio in rats pair-fed for three weeks



Plasma triglyceride values were similar in supplemented and control fed animals (Table 4).

TABLE 4
TRIGLYCERIDE PLASMA LEVELS OF RATS
PAIR-FED FOR THREE WEEKS

| | (mg/100 ml) | | | |
|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| | Initial | W1 | W2 | W3 |
| Control | 45.2 ± 3.8 | 33.3 ± 4.7 | 30.1 ± 3.1 | 30.5 ± 3.9 |
| Cassava fed | 46.5 ± 4.7 | 44.6 ± 5.3 | 43.1 ± 3.2 | 37.2 ± 2.0 |

Values are mean ± SD of 10 animals. W= time in weeks.

DISCUSSION

Previous studies have shown that cassava bread has a starch content between 86-87% with an slower rate of *in vitro* starch hydrolysis than that of boiled wheat starch (3). Since soluble fiber accounts for a significant (4) part of Total Dietary Fiber (TDG) in this bread, the possibility of a diet dilution effect when supplementing diets with cassava bread was studied in two different experimental conditions: *ad libitum* and pair fed groups.

The results show that although cassava supplementation implies an increase in the starch and fibre content of the diet, the differences on food intake of the animals were non significant when fed *ad libitum*. Moreover the weight gain of the experimental group is significantly lower than that of the control animals and the calculated food efficiency ratio is lower for the supplemented diet. Therefore, the results suggest that cassava bread supplementation did not increase significantly the available carbohydrate content fo the diet, but produced a dilution effect that could not be compensated by the animals. This results agree with previous reports (3) which showed a lower *in vitro* digestibility for cassava bread and suggest, that *in vivo* cassava bread digestibility is also low.

The fact that Triglyceride plasma levels are similar for both groups at the end of the experimental period also suggest that there was no functional difference regarding carbohydrate absorption (8), which also means that cassava starch was not available to the rats. The fact that FER calculated on a cassava free portion basis becomes higher at the end of the experimental period could suggest the possibility of an adaptation mechanism for cassava starch digestion in the supplemented animals.

The results of the pair fed experiments suggest that cassava supplement contributed poorly to the energy intake of the animals as shown by the non significant difference of weight gain between the groups. This result supports the hypothesis that *in vivo* cassava starch is partially unavailable to the animlas, hence food efficiency ratio becomes similar for the pair fed group, showing that the FER difference between the groups, when animals were fed *ad libitum*, was due to differences in food intake that are not present when the ingestion of cassava free diet is similar. This result suggest that cassava starch does not contribute significantly to the available energy content of the diet and that cassava supplementation produces a satiety effect that prevents compensation of lower energy intake by increasing total food intake on *ad libitum* fed animals.

The lower efficiency of the cassava bread supplemented diet in the *ad libitum* experimental condition might be due to either the dietary fibre content of the bread or to limited availability of the cassava starch. The dietary fibre contained in cassava bread may enhance the unstirred water layer of the intestine and diminish glucose absorption (9). Another possibility is that cassava starch is resistant to hydrolysis (resistant starch) (10) or has non-starch/starch interactions which reduce starch availability (11,12).

The fact that triglyceride plasma levels are similar for both experimental designs reinforces the idea of unabsorbed cassava starch.

This results suggest that supplementing the diet of obese and diabetic patients with cassava bread might be useful as a dietary therapeutic tool in tropical countries. The glycaemic response of rats to cassava supplementation will be discussed in another paper.

This work was supported by grant M 03.15.85. CDCH

REFERENCES

1. Cock J.H. Cassava, a basic energy source in the tropics. *Science*. 218, 755, 1982.
2. Carrizales V. El cazabe: un legado aborigen. San Felipe, Venezuela. CIEPE, ed. 1984.
3. Chonchol N., Tovar J. Dietary fiber content and starch digestibility in cassava bread. *Nutr. Rep. Int.* 38, 437, 1988.
4. Tovar J., Bjorck I., Asp N-G. On the nutritional properties of starch and dietary fiber in cassava bread. *Nutr. Rep. Intern.* 39, (6), 1237, 1989.
5. De Lorenzo C., Williams C.A., Ferenc H., Valenzuela J. Pectin delays gastric emptying and increases satiety in obese subjects. *Gastroenterology* 95, 1211, 1988.
6. Bjorntorp P. Dietary fibre and obesity. *Scan J. Gastroenterol* 22. supp 129, 1499, 1987.
7. Tiffany T.O., Morton J.M., Hall E.M. and Garret Jr. A.S. Clinical evaluation of kinetic enzymatic fixed-time analysis of serum triglycerides. *Clin Chem* 20, 476, 1974.
8. Story J.A. Dietary carbohydrates and atherosclerosis. *Fed Proc.* 41, 2702, 1982.
9. Johnson I.T., Gee J.M. Effect of gel forming gums on the intestinal unstirred layer and sugar transport *in vitro*. *Gut.* 22. 398, 1981.
10. Delaunoy A., Neirinck K., Clinquart A., Istasse L., Bienfait J.M. Effect of two incorporation rates of guar gum on digestibility, plasma insulin, and metabolites in resting dogs. In dietary fibre: Chemical and biological aspects. D.A.T. Southgate K., Waldron I.T. Johnson and G.R. Fenwick edit, 1990.
11. Hagander B., Bjorck I., Asp N-G., Efendic S., Holm J., Nilsson P.E., Lundquist I., Schersten B. Rye products in the diabetic diet. Postprandial glucose and hormonal responses in non-insulin-dependent diabetic patients as compared to starch availability *in vitro* and experimental rats. *Diabetes Res Clin Prac* 3, 85, 1987.
12. Holm J., Bjorck I., Ostrowska S., Eliasson A-C., Asp N-G., Larsson K., Lundquist I. Digestibility of amilose lipid complexes *in vitro* and *in-vivo*. *Starch (Starke)*. 35, 294, 1983.

Recibido: 04-10-1992

Aceptado: 26-04-1993

Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado eviscerado

Rafael Bello¹, Elizabeth Cardillo² y Raúl Martínez¹

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos - Facultad de Ciencias - Universidad Central de Venezuela

RESUMEN. Se elaboró un ensilado microbiano a partir de una mezcla de pescados de diferentes especies, provenientes de la fauna de acompañamiento del camarón. Estos fueron mezclados con una fuente de carbohidratos (melaza), frutas (piña-lechosa), sorbato y un cultivo «starter» de la especie *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014, y la mezcla fue almacenada a una temperatura de 35 °C.

En ensilado se evaluó a través de determinaciones de pH, acidez total titulable, consistencia, líquido exudado, nitrógeno no proteico y bases volátiles totales. También se realizaron estudios microbiológicos y de algunos metales tóxicos. Los resultados obtenidos indicaron una disminución del pH e incremento de la acidez a medida que transcurre el tiempo, obteniéndose un pH de 4,3 en los primeros 2 días, alcanzándose niveles más o menos constantes durante los 64 días de almacenamiento. En relación a la consistencia, nitrógeno no proteico y líquido exudado, se muestra una rápida licuefacción del producto a los 8 días de almacenamiento, para posteriormente tender a estabilizarse. Las bases volátiles totales aumentan durante los 64 días de almacenamiento.

En cuanto al aspecto microbiológico se pudo observar un alto recuento de aerobios mesófilos, psicrófilos, pseudomonas, al igual que la presencia de coliformes y *S. aureus* en la materia prima, sin embargo, en el ensilado líquido sólo se observa aerobios mesófilos, mientras que los microorganismos patógenos fueron restringidos, debido fundamentalmente al bajo pH del producto y a la presencia de ciertas sustancias antibacterianas producidas por las bacterias ácido-lácticas. La deshidratación del producto redujo aún más las posibilidades de desarrollo microbiano, encontrándose sólo esporas del género *Bacillus*, aunque la deshidratación por liofilización resultó ser menos drástica en la reducción del recuento microbiano. El análisis sobre algunos metales tóxicos mostró presencia del mercurio, plomo

y cromo, aunque por debajo de los niveles permitidos. La caracterización de la materia prima y el ensilado de pescado no presentaron mayores cambios en los valores de humedad, cenizas, grasas y proteínas; por tanto el proceso de fermentación y licuefacción no afecta la composición proximal del producto. Con respecto a la deshidratación, si se notan cambios, fundamentalmente en el porcentaje de grasa.

SUMMARY. Microbial fish silage production from several fish species. Microbial fish silage was produced from a mixture of several fish species that belong to the shrimp by-catch. They were mixed with molasses, fruits (pineapple and papaya), sorbate and a starter of *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014. Process was evaluated by pH, acidity, consistency, exudate liquid, non-protein nitrogen, total volatile bases, microbial and toxicological tests. Results indicated that acid production and pH reduction occurs during the first two days of processing, later these values were maintained stable during 64 storage days. Total volatile bases increased during storage period. Consistency, non-protein nitrogen and exudate liquid showed that hydrolysis and liquefaction occurs during the first 8 days of processing. Raw material showed high counts of aerobic mesophilic and psychrotrophic organisms, in addition to *Pseudomonas*, coliform and *S. aureus*. However silage showed only a few aerobic mesophilic organisms due to low pH values and development of lactic acid bacteria. Silage dehydration reduces possibilities of microbial growth, and only spores of *Bacillus* were observed. Low levels of lead, mercury and chrome were detected in the dry silage. Proximal analysis values did not change during process and storage period.

¹ Profesor Investigador
² Investigador Asistente

INTRODUCCION

La obtención de proteínas de bajo costo, hoy día se plantea como una problemática a nivel de producción de alimentos de buena calidad con el fin de suplir las deficiencias existentes a nivel mundial. Una de las posibles vías que ha venido siendo objeto de estudio es la elaboración de concentrados proteínicos solubles, altamente nutritivos, utilizando pescado como materia prima (1). El valor nutritivo de la proteína proveniente de diferentes tipos de pescado es aproximadamente igual a la proteína de la leche. Las proteínas del pescado no sólo están balanceadas en la mayoría de los aminoácidos esenciales, además son generalmente ricas en lisina, que es deficiente en la mayoría de los cereales; sin embargo este recurso es sub-utilizado, aunado al hecho de la escasa vida útil que tiene el pescado luego de su muerte; de allí que el hombre ha intentado prolongar su vida útil utilizando las más diversas tecnologías (2).

Una de estas técnicas la constituye el ensilado de pescado, producto de fácil elaboración basado en la acidificación del medio, a modo de favorecer la proteólisis del pescado, lo que puede lograrse tanto químicamente por acidificación, o por la incorporación del cultivo láctico homofermentador de un sustrato rico en azúcares fermentables (3).

La conservación del pescado o sus desechos por medio del ensilaje, se ha producido sobre todo en comunidades de escasos recursos o con una relativa abundancia de productos de la pesca (4).

Es así como en Venezuela, dadas las condiciones costeras, aunado a los desperdicios por concepto de pesca de arrastre, así como también a los desperdicios de las plantas procesadoras de pescado, hacen que nuestra región represente una alternativa potencial para la introducción del ensilado como una nueva posibilidad para un eficiente utilización del pescado como provisión de fuente proteica tanto para la alimentación animal como para el consumo humano.

MATERIALES Y METODOS

Materiales:

- a. **Materia prima:** Se emplearon especies sub-utilizadas como *Micropogon furnieri* (roncador), *Trachurus lathami* (cataco), *Sardinella anchovia* (sardina) y *Merluccius albidus* (merluza); obtenidas en el Mercado Mayor de pescado de Coche-Caracas en estado de frescura
- b. **Fuente de carbono:** Melaza (85-90° Brix).
- c. **Microorganismo:** *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014.
- d. **Frutas:** Cortezas de *Carica papaya* (lechosa) y la totalidad de *Ananás comosus* (piña).

Métodos

1. Métodos físico-químicos:

Se determinó el contenido de humedad, cenizas, proteína,

grasa cruda y acidez titulable, según AOAC (5); pH, usando un equipo marca «Corning», nitrógeno no proteico según Stansby y col (6) y la digestión y destilación del nitrógeno según AOAC (5); consistencia, mediante el uso del consistómetro de Bosjtwick; líquido exudado, tomando 20 g de muestra, centrifugados a 7000 rpm por 10 minutos a 2 °C y el nitrógeno básico volátil total (NBVT) según el método de microdifusión de Conway (7).

2. Métodos microbiológicos:

- Enumeración de Aerobios mesófilos, según el método de siembra en placa por profundidad, utilizando Plate Count Agar (PCA). Las placas se incubaron a 35 °C por 48 horas (8).
- Enumeración de mohos y levaduras, en Agar Potato Dextrosa (PDA) acidificado con ácido tartárico, incubando a 25 °C por 5 días (8).
- Enumeración de Coliformes totales, según la Técnica del Número Más Probable utilizando Caldo Lauryl Sulfato Triptosa e incubando a 35 °C por 48 horas (8).
- Enumeración de Coliformes fecales, según la técnica del Número Más Probable utilizando Caldo *Escherichia coli*, e incubación a 44,5 °C por 48 horas y posterior confirmación de *E. coli* mediante tinción de Gram y las pruebas IMVIC (8).
- Enumeración de *Staphylococcus aureus*, en Agar Baird Parker, e incubación a 35 °C por 48 horas (8).
- Detección de *Salmonella* sp: se realizó un preenriquecimiento en Caldo Lactosado y por último aislamiento en Agar SS y Bismuto (8).
- Enumeración de *Clostridium perfringens*, en Agar Triptosa-Sulfito-Cicloserina (TSC) e incubación en jarra de anaerobiosis a 35 °C por 24 horas (9).
- Enumeración de Enterobacterias, en Agar Glucosa Bilis Rojo violeta (BRV), incubando a 35-37 °C por 24 horas. Las colonias son de color rojo púrpura (8).
- Enumeración de Pseudomonas, por siembra en superficie en Agar Pseudomonas F y Pseudomonas P (8). Las placas fueron incubadas a 37 °C por 1 semana.
- Enumeración de Psicrófilos, según el método de siembra en placa en Agar Plate Count (PCA) e incubación a 4 °C por 3-5 días (8).
- Enumeración de Esporas de Aerobios y Anaerobios, por siembra en Agar Plate Count (PCA) e incubación

en condiciones aeróbicas y aneróbicas respectivamente a una temperatura de 35 °C por 24 horas (8).

3. Metales tóxicos:

Se realizaron determinaciones de cromo, plomo y mercurio en el ensilado líquido de pescado mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica.

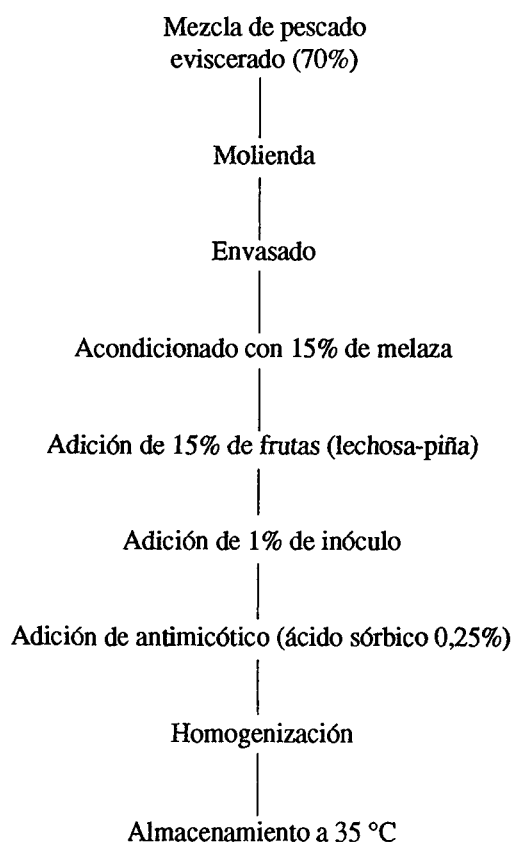
Procesamiento:

El pescado, una vez lavado, fue eviscerado y cortado en trozos y se procedió a la elaboración del ensilado vía microbiana de acuerdo al esquema tecnológico mostrado en la Figura 1.

El producto fue colocado en un recipiente con una capacidad de 30 Kg, se agitó y se almacenó a temperatura de 35 °C. Posteriormente fue deshidratado mediante tambor y por liofilización, determinando su composición proximal y el recuento microbiológico.

FIGURA 1

Esquema tecnológico para la elaboración de ensilado de pescado por vía microbiana



RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se muestran las variaciones de pH tanto de la materia prima como del ensilado de pescado durante el almacenamiento. Se puede observar que la materia prima presenta valores de pH muy parecidos al ensilado de pescado para el tiempo cero; sin embargo en el ensilado se nota una progresiva disminución de este parámetro a medida que transcurre el tiempo.

En los primeros 2 días ocurrió una marcada caída del pH a 4,3, alcanzándose niveles más o menos constantes durante los 64 días de almacenamiento.

El pH es uno de los índices de mayor importancia que debe controlarse durante el proceso de elaboración del ensilado, ya que los cambios en el mismo son indicativos de la calidad del producto. Según Van Wik y Heydenrich (10), para obtener un ensilado estable, éste debe alcanzar un pH menor o igual a 4, ya que bajo estas condiciones se frena el crecimiento y la actividad de ciertos microorganismos que puedan conducir a la descomposición del producto.

En relación a los cambios producidos en los valores de acidez, se muestra un incremento en la producción de ácido láctico en el producto a medida que transcurre el tiempo hasta alcanzar niveles estables (Tabla 1).

TABLA 1
VALORES DE PH Y ACIDEZ DURANTE EL
ALMACENAMIENTO
DEL ENSILADO DE PESCADO

| Tiempo (días) | pH | Acidez (% de ácido láctico) |
|--------------------|------|-----------------------------|
| 0 (Materia prima)* | 5.67 | 0.83 |
| 0 (Ensilado) | 5.62 | 0.92 |
| 1 | 4.39 | 3.53 |
| 2 | 4.27 | 5.02 |
| 8 | 4.17 | 6.82 |
| 15 | 4.22 | 6.87 |
| 32 | 4.21 | 6.72 |
| 64 | 4.28 | 6.89 |

*: La materia prima está constituida por la mezcla de pescado, melaza, frutas, sin inóculo. El ensilado si contiene inóculo.

El hecho de que el pH y la acidez se mantengan constantes a partir de los 8 días de almacenamiento es debido fundamentalmente al cese del proceso fermentativo, consecuencia esto, de que los microorganismos tienden a disminuir ligeramente en número, debido a la concentración de ácido presente en el medio, el cual actúa inhibiendo la cepa y a la disminución de la fuente de carbono incorporada inicialmente al medio.

Con respecto al nitrógeno no proteico, en la Tabla 2, se puede observar un rápido incremento de la hidrólisis en los 8

días de almacenamiento, la proporción de nitrógeno, soluble en relación al nitrógeno total fue de 74,15%, para posteriormente tender a estabilizarse.

TABLA 2
VALORES DE NITROGENO NO PROTEICO,
LIQUIDO EXUDADO, CONSISTENCIA Y BASES
VOLATILES TOTALES DURANTE EL
ALMACENAMIENTO DEL ENSILADO DE PESCADO

| Tiempo (días) | Nitrógeno no proteico (% N-Total) | Líqu. exudado (ml/20g) | Consistencia (cm/30 seg) | NBVT (mg/100g) |
|------------------|---|---------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 0 (MP)* | 15.27 | 0.00 | 0.50 | 28.96 |
| 0 (E) | 28.70 | 0.00 | 1.00 | 28.96 |
| 1 | 52.53 | 2.33 | 3.00 | 28.72 |
| 8 | 74.15 | 7.92 | 20.00 | 37.92 |
| 15 | 71.64 | 6.15 | >24.00 | 43.42 |
| 32 | 68.37 | 8.26 | >24.00 | 51.15 |
| 64 | 69.30 | 10.39 | >24.00 | 50.71 |

*: La materia materia prima está constituida por la mezcla pescado, melaza, frutas, sin inóculo. El ensilado si contiene inóculo.

E: Ensilado de Pescado

Según estos resultados se puede notar que existe una fracción resistente a la hidrólisis. La razón de la presencia de esta fracción resistente no está claro y puede estar relacionado con el pH, temperatura, duración del ensilaje y naturaleza de la materia prima.

Raa y Gildberg (11) sugieren que los enlaces sulfuros puedan dar resistencia estructural al ataque enzimático. Las fracciones no digeridas también permanecen cuando los tejidos de pescado son solubilizados por enzimas comerciales.

Igualmente se puede observar una relación entre el pH y el nitrógeno no proteico, ya que a medida que disminuye el pH y la temperatura de almacenamiento se mantiene sobre la temperatura ambiente se favorece la actividad proteolítica de ciertas enzimas (pepsina, tripsina), las cuales actúan sobre las proteínas del tejido muscular del pescado produciendo la consiguiente hidrólisis proteica ($r = -0,947$) con un nivel de significancia de 5%.

También es importante destacar que existen diferencias en los valores de nitrógeno no proteico de la materia prima y el ensilado de pescado a tiempo cero (el contenido de NNP de la materia prima es menor que para el ensilado de pescado), lo cual puede ser debido a la materia nitrogenada presente en la suspensión que contiene el inóculo (caldo MRS) que se adiciona al ensilado de pescado.

Durante el almacenamiento del ensilado de pescado tanto químico como microbiano se observa una rápida licuefacción del mismo (12). Esto se evidencia con las determinaciones de consistencia y líquido exudado obtenidas. Ambos parámetros al igual que la determinación del nitrógeno no proteico son utilizados para evaluar el grado de licuefacción del producto.

Respecto a los valores de líquido exudado, se observa un comportamiento similar al obtenido para el nitrógeno no proteico, consecuencia esto, del proceso de hidrólisis que se está desarrollando en el producto. Se puede notar que este aumento es bajo al primer día, aumenta rápidamente a los 8 días y luego incrementa poco a poco (Tabla 2).

En relación a la consistencia, se observa un aumento en los cm. recorridos por el producto en 30 seg. a medida que transcurre el tiempo. Esto es indicativo que en el almacenamiento a medida que incrementa el volumen de líquido exudado por los tejidos de pescado hay una disminución en el grado de consistencia del ensilado, lo cual se traduce en un mayor espacio recorrido en un tiempo dado.

Esto se explica igualmente por el proceso de hidrólisis que se está dando en el producto, observándose que en los primeros 8 días hay cambios marcados en los valores de consistencia, hasta volverse líquido (Tabla 2).

La materia prima presentó valores de consistencia y líquido exudado iguales al ensilado para el tiempo cero.

Como resultado de la actividad bacteriana y reacciones de autólisis, se forman compuestos que son ampliamente utilizados en la determinación de la frescura del pescado, por ejemplo, las bases volátiles totales y la trimetilamina (13).

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos en relación a las bases volátiles totales. Se puede notar un aumento de las mismas durante los 64 días de almacenamiento, lo cual se atribuye a la actividad bacteriana sobre las proteínas del pescado, desaminando aminoácidos y produciendo principalmente amonio; sin embargo, estos valores se encuentran muy por debajo de lo reportado por Rattagool y col (14), el cual indica valores de NBVT comprendidos entre 150,8-280,0 mg N/100 g de muestra, en ensilado de pescado fresco, obtenido mediante la técnica microbiana al cabo de 32 días de proceso.

El aumento de las bases volátiles totales está relacionado con la autólisis del ensilado, ya que en la medida que las enzimas degradan las proteínas hasta aminoácidos, péptidos, facilitan posteriormente la acción bacteriana. Enzimáticamente también se producen aminas y amonio, pero en una menor proporción (15).

Los resultados del análisis microbiológico se muestran en la Tabla 3. En la materia prima se puede observar un alto recuento de aerobios mesófilos, psicrófilos, enterobacterias, pseudomonas y hongos. También hay presencia de coliformes, *S. aureus*; lo cual es debido al aporte del pescado, melaza y frutas. No se detectó la presencia de *Salmonella* ni de *C. perfringens*. En el ensilado líquido sólo se observa la presencia de aerobios mesófilos, específicamente bacterias ácido lácticas, mientras que los microorganismos patógenos tales como, coliformes, *S. aureus* y demás microorganismos deteriorativos se encuentran restringidos debido fundamentalmente al bajo pH del producto, a las condiciones de «anaerobiosis» bajo las cuales es almacenado el mismo y la presencia de ciertas sustancias antibacterianas producidas por las bacterias ácido-lácticas, denominadas bacteriocinas, entre las cuales tenemos: nisina, lactato y peróxido de hidrógeno.

TABLE 3
ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LA MATERIA PRIMA, EL ENSILADO DE PESCADO LIQUIDO Y EL ENSILADO DE PESCADO DESHIDRATADO

| Microorganismos | Materia ¹ prima | Ensilado* líquido | Ensilado desh.tambor | Ensilado liofilizado |
|---|-------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Aerobios mesófilos (UFC/g) | 1.87x10 ⁷ | 120 | < 10 | 510 |
| Mohos y levaduras (UFC/g) | 3.75x10 ³ | < 10 | < 10 | < 10 |
| Enterobacterias (UFC/g) | 6.00x10 ³ | < 10 | < 10 | < 10 |
| Coliformes Totales y fecales (NMP/g) | ≥ 2400 | < 10 | < 10 | < 10 |
| <i>E. coli</i> (NMP/g) | 4 | < 3 | < 3 | < 3 |
| <i>S. aureus</i> (UFC/g) | 2.75x10 ³ | <100 | <100 | <100 |
| <i>Pseudomonas</i> (UFC/g) | 6.65x10 ⁴ | <100 | <100 | <100 |
| Psicrófilos (UFC/g) | 2.07x10 ⁵ | < 10 | < 10 | < 10 |
| <i>C. perfringens</i> (UFC/g) | < 10 | - | - | - |
| <i>Salmonella</i> sp (UFC/g) | No se encontró | - | - | - |
| Esporas aerobios (UFC/g) | - | - | 20 | 260 |
| Esp. anaerobios (UFC/g) | - | - | < 10 | 170 |

* Luego de 1 mes de almacenamiento

1: La materia prima está constituida por la mezcla pescado, melaza, frutas, sin inóculo. El ensilado si contiene inóculo.

En cuanto al recuento microbiano en el ensilado deshidratado tanto por tambor como por liofilización, se encontraron recuentos menores de 10 UFC/g en aerobios mesófilos, coliformes y hongos, lo cual es lógico si tomamos en cuenta las características del producto, el elevado grado de acidez conduce a un bajo valor de pH, el cual se torna restrictivo para una amplia gama de microorganismos. Adicionalmente se trata de un producto que ha sido sometido a un severo tratamiento térmico, como lo es el tipo de deshidratación que se efectuó, lo que provoca una disminución de la actividad de agua del producto, lo cual reduce aún más las posibilidades de desarrollo microbiano.

En el ensilado deshidratado se realizó un recuento de esporas debido a su resistencia, en este sentido se encontró presencia de esporas tanto de aerobios (260 UFC/g) como anaerobios (170 UFC/g), específicamente para el ensilado deshidratado por liofilización lo cual es debido a que el proceso de liofilización es menos drástico y por ende permite la supervivencia de ciertos microorganismos. Las esporas correspondieron a microorganismos Gram positivos, tipo bastones del género *Bacillus*. En el ensilado liofilizado también se encontraron aerobios mesófilos (510 UFC/g).

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en el análisis sobre metales tóxicos en el ensilado de pescado líquido. Se puede notar la presencia de cromo en niveles de 0,26 mg/kg; plomo 0,42 mg/kg y mercurio 0,3 mg/kg.

TABLE 4
METALES TOXICOS EN EL ENSILADO DE PESCADO LIQUIDO

| Compuesto | Concentración (mg/kg) |
|-----------|--------------------------|
| Cromo | 0.26 |
| Plomo | 0.42 |
| Mercurio | 0.30 |

Los Estados Unidos y Canadá no permiten un nivel superior de 0,5 mg de Hg/kg de pesado, mientras que el límite en Japón, Suecia y Finlandia es de 1 mg/kg. En Venezuela, COVENIN (16) tiene ciertos límites para sardina en conserva, en la cual el nivel de plomo es de 2 mg/kg y el mercurio 1 mg/kg; en atún en conserva, la concentración de plomo también es de 2 mg/kg y de mercurio es 0,5 mg/kg.

Según estos reportes, se puede observar que el ensilado microbiano se encuentran dentro de los límites permitidos en cuanto a los niveles de estos contaminantes.

La caracterización de la materia prima, ensilado de pescado líquido y ensilado deshidratado se presenta en la Tabla 5. En general se puede observar que no existen mayores cambios en los valores de humedad, cenizas, grasa y proteínas de la

materia prima y el ensilado líquido; por tanto el proceso de fermentación y licuefacción no afecta la composición proximal del producto. Al deshidratar, se pueden notar leves pérdidas de cenizas y proteínas con respecto a la materia prima, aunque los mayores cambios se presentan en el porcentaje de grasa, debido a la oxidación de la misma, lipólisis. No se muestran

mayores diferencias en el análisis proximal entre el ensilado deshidratado por tambor y el liofilizado; sin embargo, en el ensilado liofilizado la retención de compuestos volátiles responsables del aroma y sabor es alta con respecto al ensilado deshidratado por tambor, pero la liofilización es más costosa.

TABLA 5
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA MATERIA PRIMA, EL ENSILADO DE PESCADO LÍQUIDO Y EL ENSILADO DE PESCADO DESHIDRATADO

| Determinación | Materia prima * | | Ensilado líquido | | Ensilado desh. tambor | | Ensilado liofilizado | |
|---------------|-----------------|--------|------------------|--------|-----------------------|--------|----------------------|--------|
| | (BH) | (BS) | (BH) | (BS) | (BH) | (BS) | (BH) | (BS) |
| Humedad (%) | 70.32 | - | 30.78 | - | 6.62 | - | 3.91 | - |
| Cenizas (%) | 5.15 | 17.36 | 4.65 | 15.92 | 13.11 | 14.04 | 14.15 | 14.73 |
| Grasa (%) | 1.88 | 6.32 | 1.76 | 6.04 | 2.67 | 2.86 | 3.02 | 3.14 |
| Proteínas (%) | 11.00 | 37.07 | 10.68 | 36.56 | 33.63 | 36.01 | 35.77 | 37.23 |
| Mat. seca (%) | 29.68 | 100.00 | 29.22 | 100.00 | 93.38 | 100.00 | 96.09 | 100.00 |

*: La materia prima está constituida por la mezcla pescado, melaza, frutas, sin inóculo. El ensilado si contiene inóculo.

CONCLUSIONES

1. Las determinaciones de pH, acidez, volátiles totales y el bajo recuento microbiano demuestran que el ensilado de pescado es un producto estable, que puede ser almacenado por largos períodos de tiempo sin mostrar deterioro alguno.
2. Los resultados del análisis sobre la presencia de metales tóxicos indican que el ensilado microbiano de pescado se encuentra dentro de los niveles permitidos, en cuanto a la concentración de plomo y mercurio.
3. El ensilado microbiano elaborado a partir de pescado eviscerado es un producto que muestra adecuadas características físico-químicas, microbiológicas y toxicológicas; por tanto puede ser utilizado para el consumo animal.

Agradecimiento

- A la Prof. Luisa Rossi (Facultad de Farmacia, U.C.V.) por la liofilización de las muestras de ensilado de pescado.
- A las Prof. Gladys de Galy y Berenice de García (Facultad de Farmacia, U.C.V.) por las determinaciones de plomo, cromo y mercurio en el ensilado líquido de pescado.

REFERENCIAS

1. Arbej J & Luna G. Propiedades funcionales y posibles usos de un hidrolizado de pepitona (*Arca Zebra*) en la elaboración de alimentos. Arch. Latinoamer. Nutri. 25(4):577-585, 1985.
2. Chung-Ling C. & Pigott G. Acidified brine extraction of fish. American Society of Agricultural Engineers, reprinted from transaction of the ASAE. 16(5): 949-952, 1973.
3. Ottati M. & Nello R.A. Ensilado microbiano de pescado en la alimentación porcina. I.- Valor nutritivo del producto en dietas para cerdos. Alimentaria 211:337-44, 1990.
4. Bertullo V.H. Desarrollo del ensilado en América Latina. 2da. Consulta de Expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina. FAO RLAC/2, 1-65, 1989.
5. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis of the AOAC. 13th ed. Washington, D.C. 1980.
6. Stansby M., Harrison R., Dason J. & Stater. Determining volatile basis in fish. Comparison of precision of certain methods. Industrial and Engineering Chemistry 16(9): 593-596, 1944.
7. Conway E. & Byrne A. An absorption apparatus for the microdetermination of certain volatile substances. The microdetermination of ammonia. Biochemistry Journal 27: 419-429, 1933.
8. International commission on Microbiological Specifications for Foods. Microorganismos de los alimentos. 1. Técnicas de análisis microbiológico. España, Ed. Acribia, 1978.
9. Rojas C. Análisis microbiológico de Alimentos. Métodos generales. Leche y derivados. Aguas, frutas, ambiente, 1987.

10. Van Wik, H & Heydenrich C. The production of naturally fermented fish silage using various Lactobacilli and different carbohydrate sources. *J. Sci. Food Agric.* 36 (11): 1093-1103, 1985.
11. Raa J. & Gildberg A. Autolysis and proteolytic activity of cod viscera. *J. Food Technol.* 11:619-628, 1976.
12. Tatterson I. & Windsor, M. Fish silage. *J. Sci. Food. Agric.* 25:369-379, 1974.
13. Martín R., Rodney J. & Pierson M. Quality Assessment of fresh fish and the role of the naturally occurring microflora. *Food Technol.* 32:188-192, 1978.
14. Rattagool P., Wongechinda N. & Swachatawongratana S. Studies on the nutritive value of fish silage for broiler chickens. In: *Proc. I.P.F.C Workshop Fish Silage. FAO Fish Rep.* 230: 48-54, 1980.
15. Huss H. El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. Colección FAO: Pesca 29, 1988. p.132.
16. COVENIN. Atún en conserva 1766-84. Método de ensayo: Plomo 1335. Mercurio 1407. Sardina en conserva 1087-84. Método de ensayo: Plomo 1335. Mercurio 1407.

Recibido: 09-04-1992

Aceptado: 18-10-1993

Estudio del efecto de la adición de frutas tropicales piña (*Ananás comosus*) y lechosa (*Carica papaya*) en la elaboración del ensilado biológico de pescado

Rafael Bello¹, Elizabeth Cardillo² y Raúl Martínez¹

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos- Facultad de Ciencias - Universidad Central de Venezuela

RESUMEN. Se elaboró el ensilado microbiano de pescado a partir de especies sub-utilizadas de pescado con la adición de corteza de frutas (lechosa-piña) o jugo de piña y el uso de una temperatura de proceso de 35°C, preparándose 6 tipos de ensilados: A=Músculo de pescado + Jugo de piña; B= Músculo de pescado + Corteza de frutas (lechosa-piña); C= Pescado eviscerado + Jugo de piña; D= Pescado eviscerado + Corteza de frutas (lechosa-piña); E= Pescado entero + Jugo de piña y F= Pescado entero + Corteza de frutas (lechosa-piña). El proceso se evaluó a través de determinaciones de pH, acidez, consistencia, nitrógeno no proteico y líquido exudado.

Los resultados indicaron una disminución del pH e incremento de la acidez a medida que transcurre el tiempo, obteniéndose un pH de 4 a los 2 días de almacenamiento, el cual se mantuvo hasta los 30 días, lo que determina la estabilidad del producto. Sin embargo, no se observaron mayores diferencias en relación a la adición de jugo de piña y corteza de frutas en cuanto a estos dos parámetros.

En relación a la consistencia, nitrógeno no proteico y líquido exudado, los cuales nos dan un índice del grado de licuefacción del ensilado, se pudo observar con respecto a la consistencia, que la incorporación de frutas y la temperatura de 35° C inducen a la licuefacción total de los diferentes ensilados a las 24 horas, lo cual implica una mayor eficiencia en el proceso. El nitrógeno no proteico y el líquido exudado aumentaron en los diferentes ensilados a medida que transcurre el almacenamiento, aunque se obtuvieron valores más altos para los ensilados preparados con pescado entero con respecto a los ensilados elaborados a partir de pescado eviscerado y músculo de pescado, lo cual indica que el proceso de licuefacción es de naturaleza enzimática y que las enzimas de las vísceras son responsables principalmente de la autólisis y en menor grado las enzimas de la cabeza y musculatura. La adición de jugo de piña no mostró mayores cambios en el grado de licuefacción en relación a la utilización de la corteza de frutas. El análisis sensorial determinó que los mayores cambios en cuanto a las características organolépticas de los diferentes ensilados

ocurren a las 24 horas de almacenamiento, lo cual está acorde con los resultados de pH, acidez y consistencia obtenidos.

El análisis próximo y recuento microbiano de la materia prima y los diferentes ensilados mostró que no existen mayores cambios entre los contenidos de humedad, grasa, cenizas y proteínas. El bajo recuento inicial de microorganismos de la materia prima utilizada para la elaboración de los diferentes ensilados permite demostrar que la misma presenta un adecuado grado de frescura, siendo apta para su empleo y procesamiento, obteniéndose un mejor rendimiento.

SUMMARY. Effect of tropical fruit juices in the production of microbial fish silage. Microbial Fish Silage was produced from under-utilized fish mixed with juice and waste fruits (pineapple and papaya) at 35°C. Six different products were elaborated as following: A: fish muscle with pineapple juice; B: fish muscle with fruit wastes; C: gutted fish with pineapple juice; D: gutted fish with fruit wastes; E: whole fish with pineapple juice; F: whole fish with fruit wastes. Process development was evaluated by measuring: pH, acidity, non-protein nitrogen, consistency and exudate liquid. Results indicated a slow decrease in pH value and production of acidity during 20 storage days. The addition of fruits to silage did not have any effect on these values. Silage liquefaction or hydrolysis was related to the following parameters: consistency, non-protein nitrogen and exudate liquid. The addition of fruits was related to silage liquefaction or hydrolysis, and it was measured by the consistency. Exudate liquid and non-protein nitrogen increased during storage time. However silage made from whole fish showed highest values in those parameters than other processing conditions. This results suggested that hydrolysis involve first enzymes from guts and second enzymes from muscle and head. Pineapple juice did not contribute to hydrolysis process. Mainly sensory changes in the silage occurs during first 24 hours and they were related to chemical changes. Proximal analysis did not change during silage process and microbial counts indicated the freshness of raw material used in this study.

¹ Profesor Investigador
² Investigador Asistente

INTRODUCCION

Los ensilados de pescado se desarrollaron durante el siglo pasado en diversos países europeos, y paulatinamente se fueron extendiendo a otras regiones, como suplemento nutricional para la alimentación del ganado.

Se han descrito una decena de técnicas de ensilado de pescado, prevaleciendo en general en todas ellas una gran versatilidad para la fabricación del producto en forma líquida. El empleo de materias primas de bajo costo utilizadas para su elaboración, han logrado ubicarlo como un producto muy económico en la alimentación animal (1). El ensilado de pescado puede definirse como un producto líquido obtenido por acción natural de enzimas sobre el pescado entero o de sus partes preservado bajo condiciones ácidas (2).

Actualmente existen dos metodologías para la elaboración del ensilado:

- Por adición de ácidos al pescado molido entero (con vísceras, cabeza y piel), lo que causa disminución del pH y previene así, el deterioro (método químico).
- Por fermentación bacteriana, en la cual se mezcla el pescado molido entero con una fuente de carbohidrato y un cultivo microbiano ácido láctico que produce el ácido necesario para la preservación del producto (método microbiológico).

El Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (U.C.V.) ha desarrollado ensilados de pescado a partir de especies provenientes de la fauna de acompañamiento del camarón, tanto por vía química como microbiológica (3-7). La mayoría de las investigaciones se han dirigido hacia el ensilado microbiano y su evaluación como alimento en diferentes animales, por resultar más económico, fácil de administrar (pues no requiere neutralización previa) y de mayor valor nutricional que el ensilado químico (8).

En este sentido, se ha evaluado la calidad de ensilados a partir de diferentes fuentes de carbohidratos (harina de avena, arroz, yuca, melaza) y distintos microorganismos productores de ácido (*Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus lactis* y *Cándida lipolitica*), encontrando mayor eficiencia fermentativa con 20% de melaza y 15% de *L. plantarum* (9). Luego se logró reducir la cantidad de sustrato e inóculo, para hacer más sencillo el proceso y abaratar los costos de producción, y se elaboraron ensilados con fauna de acompañamiento del camarón empleando 15% de melaza y 1% de *L. plantarum*, que luego evaluaron nutricionalmente alimentando cerdos (5), aves (4) y rumiantes (10), con buenos resultados. Estos ensilados se elaboraron a 30 ± 2 °C, anaerobiosis, tardándose 15 días aproximadamente en obtener un producto estable y de buenas características organolépticas.

La adición de 15% de desechos de lechosa-piña y condiciones de almacenamiento a temperaturas superiores a la

ambiental, incrementaron notablemente la licuefacción del ensilado, aunque no afectó la producción de ácido del mismo (6).

En general, los ensilados biológicos tienen una vida útil de unas semanas a varios meses, dependiendo de la contaminación inicial de la materia prima, las características cualitativas de la fuente hidrocarbonada, la higiene del proceso y por último, de las características y dosis de los inóculos microbianos utilizados (1).

MATERIALES Y METODOS

Materiales:

- Materia prima: Se emplearon especies sub-utilizadas como *Micropogon furnieri* (roncador), *Trachurus lathami* (cataco), *Sardinella anchovia* (sardina) y *Merluccius albidus* (merluza); obtenidas en el Mercado Mayor de pescado de Coche-Caracas en estado de frescura.
- Fuente de carbono: Melaza (85 - 90° Brix)
- Microorganismo: *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014
- Frutas: Jugo y cortezas de *Carica papaya* (lechosa) y *Ananás comosus* (piña).

Métodos:

Se determinó el contenido de humedad, cenizas, proteína, grasa cruda y acidez titulable, según AOAC (11); pH, usando un equipo marca «Comning»; nitrógeno no proteico según AOAC (11); consistencia, mediante el uso de 1 consistómetro de Bosjtwick y el líquido exudado, tomando 20 g de muestra, centrifugados a 7000 rpm por 10 minutos a 2 °C.

Recuento de aerobios mesófilos, según el método de siembra en placa por profundidad, utilizando Agar Plate Count (12). Las placas se incubaron a 35 °C por 48 horas. Los resultados se expresan como unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (UFC/g).

Se hicieron observaciones sensoriales de color, aspecto y olor del producto, mediante la utilización de un panel semi-entrenado; las cuales fueron utilizadas como medidas subjetivas del curso de la fermentación y del proceso de licuefacción.

Procesamiento:

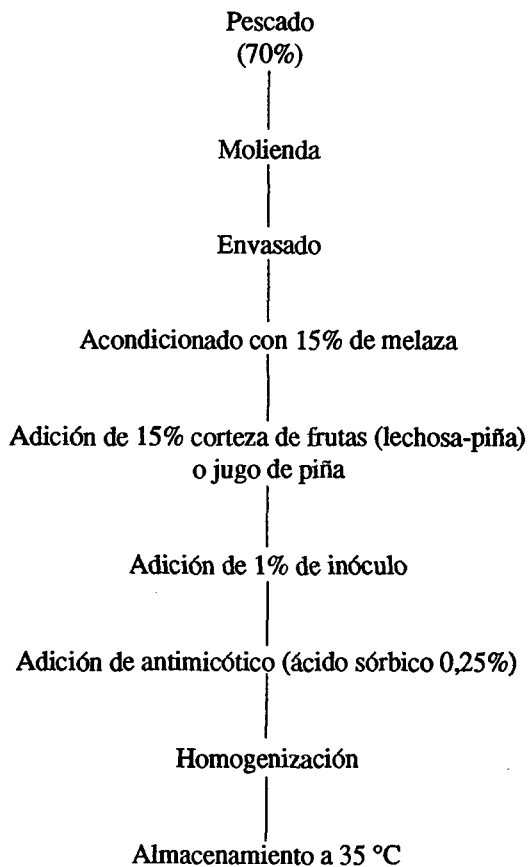
El pescado, una vez lavado, se cortó en trozos y se procedió a la elaboración del ensilado vía microbiana de acuerdo al esquema tecnológico mostrado en la Figura 1.

Se elaboraron 6 tipos de ensilados:

- Músculo de pescado + Jugo de piña
- Músculo de pescado + Corteza de frutas (lechosa-piña)
- Pescado eviscerado + Jugo de piña
- Pescado eviscerado + Corteza de frutas (lechosa-piña)
- Pescado entero + Jugo de piña
- Pescado entero + Corteza de frutas (lechosa-piña).

Las muestras fueron colocadas en recipientes con una capacidad de 500 g, se agitaron y se almacenaron a temperatura de 35 °C.

FIGURA 1
Esquema tecnológico para la elaboración de ensilado de pescado por vía microbiana.



RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se muestran los valores de pH para los diferentes ensilados. En general, se puede observar una disminución del pH a 4, al 2do. día de almacenamiento, el cual se mantuvo más o menos estable hasta los 30 días de almacenamiento.

El pH es uno de los índices de mayor importancia que debe controlarse durante el proceso de elaboración del ensilado, ya que los cambios en el mismo son indicativos de la calidad del producto (13).

Según Van Wik y Heydenrich (14), para obtener un ensilado estable, éste debe alcanzar un pH menor o igual a 4, ya que bajo estas condiciones se frena el crecimiento y la actividad de ciertos microorganismos que puedan conducir a la descomposición del producto.

Sin embargo, cabe destacar que los ensilados preparados a partir de músculo (ensilados A y B) alcanzan un pH menor que los ensilados elaborados con pescado eviscerado (C y D) y pescado entero (E y F), lo cual puede ser debido a la menor carga microbiana del músculo, o sea, presentar una menor flora competitiva, y las bacterias ácido lácticas fueron predominantes, pudiendo controlar más rápido el proceso.

TABLA 1
VALORES DE pH DURANTE EL
ALMACENAMIENTO DE DIFERENTES
ENSILADOS DE PESCADO

| Tiempo (días) | pH | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|-------|------|
| | A | B | C | D | E | F |
| 0 | 4.98 | 5.32 | 5.58 | 5.56 | 5.76 | 5.50 |
| 1 | 4.43 | 4.18 | 4.53 | 4.48 | 4.69 | 4.93 |
| 2 | 4.15 | 3.99 | 4.19 | 4.17 | 4.412 | 4.39 |
| 7 | 3.70 | 3.90 | 4.16 | 4.16 | 4.27 | 4.41 |
| 15 | 3.95 | 3.94 | 4.18 | 4.17 | 4.31 | 4.56 |
| 30 | 3.80 | 3.90 | 4.15 | 4.22 | 4.25 | 4.38 |

Los cambios producidos en los valores de acidez se presentan en la Tabla 2, en ésta se puede notar un incremento en la producción de ácido láctico en función del tiempo, en los primeros días del almacenamiento hasta alcanzar valores estables. La acidez está interrelacionada con el pH, ya que a medida que el porcentaje de ácido láctico aumenta se produce una disminución progresiva del pH hasta alcanzar niveles más o menos constantes, debido probablemente al cese del proceso fermentativo, por la alta concentración de ácido, que es autoinhibitoria de la cepa y por otra parte a que la fuente de carbohidrato va disminuyendo en función del tiempo.

TABLA 2
VALORES DE ACIDO LACTICO DURANTE EL
ALMACENAMIENTO DE
DIFERENTES ENSILADOS DE PESCADO

| Tiempo (días) | Acidez (% de ácido láctico) | | | | | |
|------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| | A | B | C | D | E | F |
| 0 | 1.19 | 1.23 | 1.12 | 1.09 | 1.10 | 1.22 |
| 1 | 3.38 | 4.14 | 3.86 | 4.16 | 3.86 | 3.37 |
| 2 | 4.61 | 5.21 | 4.98 | 5.86 | 5.05 | 5.36 |
| 7 | 5.25 | 5.61 | 5.89 | 5.90 | 5.79 | 6.42 |
| 15 | 5.44 | 5.80 | 6.11 | 5.59 | 5.87 | 6.22 |
| 30 | 4.70 | 4.95 | 6.07 | 5.50 | 5.95 | 5.24 |

También se puede notar que no se observaron mayores diferencias en relación a la adición de jugo de piña (ensilados A, C y E) y cortezas de lechosa-piña (ensilados B, D y F) en los parámetros pH y acidez, lo cual está acorde con el hecho de que la producción de ácido es de naturaleza microbiana y depende de un adecuado contenido de carbohidratos fermentables que son utilizados rápidamente por las bacterias lácticas en la producción de ácido.

En las Tablas 3 y 4 se presentan los valores de nitrógeno no proteico y líquido exudado respectivamente de los diferentes ensilados.

TABLA 3
VALORES DE NITROGENO NO PROTEICO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE DIFERENTES ENSILADOS DE PESCADO

| Tiempo (días) | Nitrógeno no proteico (mg/100g) | | | | | |
|---------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | A | B | C | D | E | F |
| 0 | 520 | 490 | 560 | 500 | 610 | 690 |
| 1 | 1,080 | 1,030 | 1,140 | 1,120 | 1,090 | 1,090 |
| 7 | 1,190 | 1,200 | 1,230 | 1,140 | 1,510 | 1,540 |
| 15 | 1,100 | 1,390 | 1,400 | 1,330 | 1,530 | 1,400 |
| 30 | 1,250 | 1,230 | 1,230 | 1,220 | 1,410 | 1,480 |

TABLA 4
VALORES DE LIQUIDO EXUDADO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE DIFERENTES ENSILADOS DE PESCADO

| Tiempo (días) | Líquido exudado (ml/20 g de muestra) | | | | | |
|---------------|--------------------------------------|------|------|------|-------|-------|
| | A | B | C | D | E | F |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 5.62 | 5.41 | 5.02 | 5.09 | 5.14 | 5.17 |
| 7 | 9.77 | 9.29 | 9.67 | 9.42 | 9.35 | 9.22 |
| 15 | 10.11 | 9.46 | 8.88 | 8.24 | 10.25 | 10.15 |
| 30 | 7.94 | 7.89 | 8.51 | 7.31 | 9.49 | 9.51 |

Estos dos parámetros al igual que la consistencia nos dan un índice del grado de licuefacción del ensilado, siendo la determinación del nitrógeno no proteico la media más veraz (15).

En relación a la consistencia se pudo observar que la incorporación de frutas y el incremento de la temperatura de proceso a 35 °C, induce a la licuefacción total del ensilado en 24 horas (se supera los 24 cm/30 seg en todos los casos), lo cual implica una mayor eficiencia, tomando en cuenta que anteriormente era necesario esperar 15 días para la obtención de un

producto líquido, estable, a una temperatura de 30 °C.

Cabe destacar, la gran termorresistencia de la papaína de la lechosa, que soporta temperatura de 70 °C sin que se desnaturalice. La bromelina de la piña es más lábil térmicamente, ya que a temperaturas superiores a 55 °C disminuye su actividad.

El proceso de licuefacción ocurre gradual y espontáneamente debido a la acción de enzimas proteolíticas presentes en el pescado. Esta actividad autolítica que ocurre durante el almacenamiento del pescado fermentado incrementa el contenido de amonio, aminos, aminoácidos y péptidos, los cuales se cuantifican como nitrógeno; de allí la importancia del estudio de este parámetro (Tabla 3).

Se puede notar un rápido incremento del nitrógeno no proteico en los primeros 7 días de almacenamiento y un aumento posterior pero a una velocidad menor, en los diferentes ensilados. Esto podría tener su explicación si consideramos lo establecido por Raa y Gildberg (16), quienes estiman que, entre otros, la velocidad de autólisis está determinada por la actividad digestiva de la materia prima (pescado), y que la misma se hace más lenta a medida que los sitios favorables de unión o de separación sobre el sustrato han sido agotados.

Sin embargo, es importante mencionar la obtención de valores más altos para los ensilados preparados con pescado entero (E y F) con respecto a los ensilados elaborados a partir de pescado eviscerado (C y D) y músculo (A y B), lo cual indica que las enzimas de las vísceras son responsables principalmente que la autólisis, y en menor grado las enzimas de la cabeza y musculatura.

La actividad proteolítica del músculo se ha adjudicado a las catepsinas. La velocidad de autodigestión o autólisis está determinada por la actividad de las enzimas digestivas, condición fisiológica del pez, pH, temperatura y ácidos presentes (16). La actividad de las enzimas a su vez es favorecida por pH ácidos y temperaturas superiores a la temperatura ambiente (17). En este sentido, Mackie et al (18) señalan que la temperatura óptima de licuefacción del pescado por acción de las enzimas viscerales está en el intervalo de 35-45 °C.

Posteriormente, trabajos realizados por Reyes et al (6) encontraron que los ensilados de pescado sometidos a temperaturas de 35, 45 y 55 °C experimentaron una rápida licuefacción, estimada a partir de los valores de consistencia, en comparación con los ensilados almacenados a temperaturas más bajas. El ensilado almacenado a 55 °C exhibió mayor licuefacción en menor tiempo.

En la Tabla 3 también se puede notar que los ensilados a los cuales se les adicionó jugo de piña (A, C y E) no presentaron mayores cambios en el grado de licuefacción en relación a los elaborados con corteza de frutas.

Se puede observar por otro lado una relación entre el pH y el nitrógeno no proteico, ya que a medida que disminuye el pH, se favorece la actividad proteolítica de ciertas enzimas (pepsina, tripsina), las cuales actúan sobre las proteínas del tejido muscular del pescado produciendo la hidrólisis.

En relación al líquido exudado, se puede notar un aumento progresivo en el tiempo, obteniéndose valores máximos entre los 7-15 días de almacenamiento (Tabla 4).

En el análisis sensorial de los diferentes ensilados se muestra que para el día de elaboración (día 0) los ensilados preparados a partir de músculo presentan olores a fruta, mientras que los restantes tienen olor a pescado. La consistencia es pastosa y el color marrón, es debido a la adición de melaza, siendo más oscuro para los ensilados elaborados a partir de pescado eviscerado y pescado entero.

A las 24 horas de almacenamiento a 35 °C, se detecta un olor ácido para los diferentes ensilados, lo cual se correlaciona con la disminución del pH e incremento de la acidez reporta-

dos. La consistencia es líquida, lo cual también está acorde con los resultados obtenidos.

A los 7 y 15 días de almacenamiento, el olor es más acentuado y en los ensilados elaborados a partir de pescado eviscerado y pescado entero, es más fuerte y ligeramente rancio, lo cual puede ser debido a la presencia de sardina y cataca, que poseen un alto contenido graso.

Finalmente, en las Tablas 5 y 6 se presenta el análisis próximo y recuento microbiano de la materia prima y los diferentes ensilados. Se puede observar que el contenido de humedad es elevado, varía entre un 70-75%, lo cual restringe la comercialización del producto en forma líquida (16).

TABLA 5
CARACTERIZACION Y RECUENTO MICROBIANO DE LA MATERIA PRIMA
(MEZCLA PESCADO-MELAZA-FRUTAS) UTILIZADA PARA LA ELABORACION DE LOS
DIFERENTES ENSILADOS DE PESCADO

| Determinación | A | B | C | D | E | F |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Humedad (%) | 71.67 | 72.71 | 70.45 | 70.62 | 67.36 | 70.36 |
| Proteínas (%) | 11.11 | 9.90 | 11.45 | 10.04 | 14.03 | 12.95 |
| Grasa (%) | 1.36 | 1.69 | 2.07 | 2.30 | 3.06 | 2.82 |
| Cenizas (%) | 2.13 | 2.19 | 3.54 | 3.66 | 5.04 | 4.74 |
| Materia (%) seca | 28.33 | 27.29 | 29.55 | 29.38 | 32.64 | 29.64 |
| Aerobios mesófilos (UFC/g) | 7.00×10^3 | 3.60×10^4 | 1.38×10^5 | 6.60×10^4 | 1.45×10^5 | 9.60×10^4 |

TABLA 6
CARACTERIZACION Y RECUENTO MICROBIANO DE LOS DIFERENTES
ENSILADOS DE PESCADO A LOS 7 DIAS DE ALMACENAMIENTO

| Determinación | A | B | C | D | E | F |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Humedad (%) | 75.10 | 74.74 | 72.68 | 71.68 | 70.52 | 69.91 |
| Proteínas (%) | 10.43 | 10.03 | 10.14 | 9.38 | 10.84 | 10.90 |
| Grasa (%) | 1.26 | 1.49 | 2.57 | 2.30 | 2.98 | 3.76 |
| Cenizas (%) | 1.54 | 1.90 | 2.95 | 2.87 | 3.52 | 3.51 |
| Materia (%) seca | 24.90 | 25.26 | 27.32 | 28.32 | 29.48 | 30.09 |
| Aerobios mesófilos (UFC/g) | 2.90×10^5 | 4.40×10^6 | 2.33×10^6 | 8.10×10^4 | 3.00×10^5 | 1.57×10^6 |

En cuanto al porcentaje de proteínas, grasa y cenizas no se encontraron mayores diferencias entre la materia prima y los diferentes ensilados, aunque entre los ensilados si se notan ciertos cambios, los cuales son debidos al aporte que dan las vísceras, piel, cabeza, huesos, espinas y escamas respectivamente, a estos índices, en relación al ensilado preparado con músculo solo; sin embargo éstas diferencias son muy reducidas.

En relación al recuento microbiano, cabe destacar la baja carga inicial encontrada en la mezcla pescado-melaza-frutas para los diferentes ensilados, siendo mayor para el ensilado elaborado con pescado entero en relación a los ensilados preparados a partir de pescado eviscerado y músculo, lo cual es lógico, debido a que se está empleando la totalidad del pescado.

En general Shewan, citado por Gómez (19), considera que la carne de pescado recién capturada está libre de bacterias y solo en las branquias, tracto intestinal y en el mucus superficial se encuentran organismos. El mismo autor reporta valores entre 10^3 y 10^7 aerobios/g en el contenido intestinal y entre 10^2 y 10^6 aerobios/cm² en la piel.

La adición de jugo de piña y corteza de frutas no presentaron mayores cambios en el recuento microbiano. Al incorporar 1% de inóculo, hubo un incremento de la población bacteriana entre 10^5 y 10^6 para los diferentes ensilados, lo cual se debe al aporte de bacterias ácido-lácticas.

CONCLUSIONES

1. El ensilado microbiano de pescado es un producto que se puede elaborar mediante la práctica de un esquema tecnológico sencillo, y el cual puede ser almacenado por un período de tiempo prolongado, sin presentar cambios que puedan deteriorar el producto.
2. Durante el proceso de desarrollo del ensilado microbiano se estableció que en los primeros 2 días hay cambios, los cuales están relacionados con un incremento en la producción de ácido láctico y caída del pH, estando después relacionado con la hidrólisis proteica.
3. La adición de jugo de piña y corteza de frutas (lechospaña), nos mostraron mayores diferencias en el grado de licuefacción del ensilado.
4. Los mayores cambios organolépticos ocurren en el ensilado a las 24 horas de almacenamiento, obteniéndose una consistencia líquida y un fuerte olor a ácido en los diferentes ensilados, según el análisis sensorial.
5. La adición de 15% de melaza, 15% de corteza de frutas o jugo de piña, 1% de inóculo (*L. plantarum*) y un 0,25% de ácido sórbico, resultan satisfactorios, tanto desde el punto de vista físico-químico como sensorial, en la elaboración de ensilado de pescado.

REFERENCIAS

1. Bertullo V.H. Desarrollo del ensilado en América Latina. 2da Consulta de Expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina. FAO RLAC/2, 1-65, 1989.

2. Halla G., Keeble D., Ledward D & Lawrise, R. Silage from tropical fish. 1. Proteolysis. J. Food Technol. 20: 561-572, 1985.
3. Rodríguez T., Montilla J & Bello R.A. Ensilado de pescado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón. I.- Elaboración y evaluación biológica. Arch. Latinoamer. Nutr. 40(3):426-438, 1990.
4. Guevara Y J., Belo R.A. & Montilla, J.J. Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiológica como suplemento proteínico en dietas para pollos de engorde. Arch. Latinoamer. Nutr., 41 (2): 246-256, 1991.
5. Ottanti M & Bello R.A. Ensilado microbiano de pescado en la alimentación porcina. I.- Valor nutritivo del producto en dietas para cerdos. Alimentaria 211: 37-44, 1990.
6. Reyes G., Martínez R., Rodríguez L.M., Bello R.A. & Cruz Pascual M. Efecto de la adición de desechos de frutas tropicales sobre la velocidad de ensilado microbiano de pescado. Alimentaria 219:99-108, 1991.
7. Martínez R., Cruz Pascual M & Bello R.A. Elaboración de ensilados biológicos de pescado en Venezuela y España. Alimentaria 221: 43-49, 1991.
8. Kompang I., Darwanto A & Arifundin R. Nutritional value of fish silage. FAO Fish Rep. 230:44, 1980.
9. Bello R.A., Gutiérrez M., Ottati M & Martínez A. Estudio sobre la elaboración de ensilado de pescado por vía microbiana en Venezuela. 2da Consulta de Expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina. FAO RLAC/3, 1989.
10. Viète, C & Bello R.A. Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiana como suplemento proteico en dietas de rumiantes. 2da. Consulta de Expertos sobre tecnología de Productos Pesqueros en América Latina. FAO RLAC/11, 1989.
11. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 13th ed. Washington, D.C. 1980.
12. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. «Ecología Microbiana de los alimentos». España, Ed. Acribia, 1980.
13. Jayawardena K & Poulter R. Studies on preparation of fish silage. Effect of quality of raw material and type of acids. In: «Proceedings of the Workshop Fish Silage». FAO Fish Rep. 230: 34-35, 1980.
14. Van Wik H & Heydenrich C. The production of naturally fermented fish silage using various Lactobacilli and different carbohydrate sources. J. Sci. Food. Agric. 36(11):1093-1103, 1985.
15. Córdova E & Bello R. Obtención de ensilado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón. Arch. Latinoamer. Nutr. 36(3):522-535, 1986.
16. Raa J & Gildberg A. Fish silage. A review C.R.C. Critical Review in Food Science and Nutrition 16:383-419, 1982.
17. Lindgren S & Pleje, M. Silage fermentation of fish or fish waste products with lactic acid bacteria. J. Sci. Food Agric. 34:1057-1067, 1983.
18. Mackie I., Hardy R & Hobbs G. Fermented fish products. FAO fish Rep. 100:15-26, 1971.
19. Gómez R. The microbiology of seawater fish. «Microbiología de Alimentos». Facultad de Farmacia. Universidad Central de Venezuela. Caracas, 1974.

Recibido: 09-04-1992

Aceptado: 18-10-1993

Sustitución de bromato de potasio por ácido ascórbico en la elaboración de pan francés

Xiomara Corrales¹, Marisa Guerra¹, Marisela Granito² y Julián Ferris³

Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos
Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

RESUMEN. El bromato de potasio (B.P.) es el aditivo mejorador de harinas de trigo panificables, de mayor uso en Venezuela. De él se han reportado efectos dañinos, lo que ha ocasionado su prohibición en diversos países. Con el propósito de encontrar un sustituto del B.P. se estudió la factibilidad del empleo de ácido ascórbico (A.A.) en las harinas panaderas. Para ello se evaluaron harinas con 80, 40, y 20 ppm de A.A. que fueron comparados con una harina patrón experimental e industrial con 80 ppm de B.P. (cantidad máxima permitida por la legislación venezolana). El efecto de estos aditivos se evaluó elaborando panes tipo francés, de gran consumo en nuestro país. Se encontró que los panes preparados con la harina que contenía 20 ppm de A.A. no presentaron diferencias significativas con los elaborados con la harina patrón, en relación a sus propiedades organolépticas y físico-químicas. Se demostró que es técnicamente factible el reemplazo de 80 ppm de BP por 20 ppm de AA en las harinas, sin que se vea afectada la aceptabilidad del pan.

SUMMARY. Potassium bromate substitution for ascorbic acid in bread baking. The potassium bromate (PB) is the flour improving additive for bread making, most widely used in Venezuela. This additive has been reported to have hazardous effects. For this reason it has been forbidden in various countries. In order to find a substitute for PB, the feasibility of using ascorbic acid (AA) in bread making flours was considered. Flours with 80, 40 and 20 ppm of AA were tested and contrasted with an experimental and industrial flour with 80 ppm of PB, maximum quantity allowed by the Venezuelan Legislation. The effect of these additives was evaluated on French bread, of high consumption in our country. It was found that the bread prepared using the flour containing 20 ppm of AA did not present significant differences from those made out of the pattern flour, concerning their organoleptic and physico-chemical properties. It was demonstrated that it is technically feasible to replace 80 ppm of PB for 20 ppm of AA in the flours, without affecting the bread acceptability.

INTRODUCCION

Hace aproximadamente 80 años se implementó el uso de aditivos en harinas destinadas a panificación. Se hacía con el propósito de mejorar el color de las harinas y propiedades panaderas como la tolerancia a la manipulación y el volumen

de las masas (1). En general la mayoría de las sustancias mejoradores de las harinas no son sustancias naturales y algunas de ellas como el bromato de potasio han sido seriamente objetadas. En 1982 Kurokawa y colaboradores encontraron efectos cancerígenos en ratas a las que se le administró B.P. en altas dosis (2).

A nivel de salud pública, el empleo del B.P. puede constituirse en un factor de riesgo, especialmente en los países en los cuales esta clase de sustancia es incorporada en las panaderías. En este sentido, se han reportado intoxicaciones debidas a sobre dosificaciones bien por error o por confusión con otros ingredientes como el azúcar (3,4).

En relación a la seguridad industrial, el B.P. presenta un riesgo moderado de inflamación y un alto riesgo de explosión, frente a factores tales como calor, vibraciones o ligera fricción (5). Otro aspecto fundamental a considerar es que el bromato de potasio en dosis de 40 ppm, reduce la biodisponibilidad del hierro presente o agregado a la harina (6).

-
- ¹ Profesor Asociado del Dpto. de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar, Apdo. 89000, Caracas 1080, Venezuela.
 - ² Profesor Asistente del Dpto. de Tecnología de Servicios. Universidad Simón Bolívar. NL, Venezuela.
 - ³ Presidente. Condimentos y Sabores, C.A. CONSABOR. Caracas.

Este proyecto fue premiado por el Decanato de Investigaciones de la U.S.B. y por el Departamento de Productos Roche, S.A., Caracas.

Por todas estas razones la FAO/OMS ha aceptado en forma temporal una dosis máxima de B.P. de 75 mg/kg de harina, siempre y cuando el contenido residual en el pan sea despreciable (7). No obstante países como los pertenecientes a la Comunidad Económica Europea, Sud Africa, Paraguay, Brasil y Bolivia han prohibido su uso y lo han sustituido por el A.A. (8).

El ácido ascórbico, además de ser una sustancia natural, es un versátil ingrediente para la industria panadera. Gracias a sus propiedades de oxidación-reducción ofrece múltiples ventajas como mejorador de las harinas panificables, ya que actúa fortaleciendo glútenes débiles, mejorando la capacidad de retención de gas, elasticidad y absorción de agua de la masa, reduciendo el período de maduración de la harina y eliminando el peligro de sobre tratamiento (6).

En Venezuela el B.P. se utiliza como mejorador de las harinas panaderas. La normativa de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) establece de acuerdo a la legislación vigente una concentración máxima de 80 ± 10 ppm de B.P. en harinas destinadas a panificación (9).

En este estudio se planteó realizar una comparación entre el efecto mejorador del ácido ascórbico y del bromato de potasio en harinas panaderas venezolanas, para así determinar la posibilidad de sustitución. Elaborar pan francés con cada una de las harinas y determinar las propiedades físico-químicas, reológicas y organolépticas como una forma de evaluar la factibilidad técnica de sustitución del bromato de potasio por el ácido ascórbico.

MATERIALES Y METODOS

Se usaron harinas de trigo de primera calidad obtenidas a partir del grano procedente de los Estados Unidos del tipo Hard D.N.S., con un grado de extracción de 75%.

Se trabajó con dos tipos de harina: una que contenía el aditivo bromato de potasio adicionado directamente en el molino a los niveles usuales de trabajo (patrón industrial) y otra que había recibido el mismo tratamiento que la anterior, pero sin la adición del bromato de potasio.

Como aditivos mejoradores se emplearon el bromato de potasio al 95% y el ácido ascórbico puro. Los ingredientes utilizados en la elaboración de los panes fueron sal y azúcar refinadas, manteca vegetal hidrogenada y levadura fresca en pasta, todos de uso comercial.

Caracterización de las harinas

A las harinas de trigo se les realizó una caracterización fisicoquímica, en la cual se determinaron los niveles de humedad, proteínas, cenizas, grasa, acidez, pH, gluten y bromato según metodología recomendada por COVENIN (9,10,11,12,13,14,15,16), fibra dietética utilizando el método de Prosky (17) y color con un colorímetro triestímulos Gardner XL-23 (18).

Elaboración de pan tipo francés

Previo a la elaboración del pan se prepararon las mezclas de la harina de trigo con los aditivos. Para ello se empleó una mezcladora Brabender, en la cual se agregaban la harina y el aditivo (previamente combinado con una pequeña proporción de esta misma harina); el proceso de mezclado se realizaba durante 10 minutos. Se obtuvieron 4 tipos de mezclas: Harina + 80 ppm de bromato de potasio, harina + 80 ppm de ácido ascórbico, Harina + 40 ppm de ácido ascórbico, Harina + 20 ppm de ácido ascórbico. La primera de las mezclas se consideró la harina patrón experimental por contener el aditivo empleado actualmente a nivel comercial (BP), adicionando la cantidad especificada por la norma COVENIN 217-89(19). Las tres siguientes mezclas fueron realizadas con el aditivo a evaluar, partiendo de una dosificación igual a la empleada para el bromato de potasio y reduciendo luego su cantidad. A cada una de estas mezclas así como a la patrón industrial se les practicó un farinograma usando el farinógrafo Brabender y siguiendo la metodología de AACCC (20).

La elaboración de los panes tipo francés se realizó en una panadería comercial, utilizando el «método directo» (Figura 1) el cual constituye la forma más común de elaborar pan artesanalmente en Venezuela. La fórmula se indica en la Tabla 1.

FIGURA 1
Elaboración de pan francés

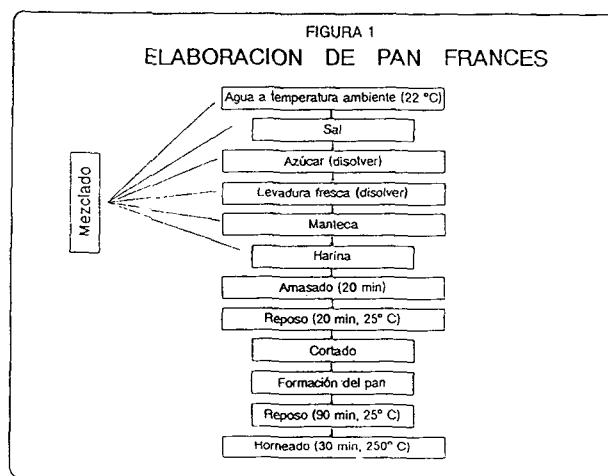


TABLA 1
FORMULA PARA PAN FRANCÉS

| Ingrediente | Peso (g) | % |
|-----------------|----------|-------|
| Harina de trigo | 2.000 | 100 |
| Levadura | 10 | 0,50 |
| Azúcar | 30 | 1,50 |
| Sal | 35 | 1,75 |
| Agua | 1.200 | 60,00 |

El proceso de amasado se realizó en una amasadora mecánica de movimientos variados «Artofex» durante 8 minutos. La masa empleada para formar cada pan pesaba aproximadamente 70 g.

Caracterización de los panes tipo francés

Los panes elaborados con cada tipo de mezcla fueron evaluados en relación al volumen, usando el método de desplazamiento de semillas propuesto por Haridas (21) y color (18). Los resultados obtenidos fueron comparados estadísticamente con el propósito de determinar cual de las mezclas con A. A. no difería significativamente de las harinas con bromatos. Para hacer esta selección se realizaron tres pruebas de panificación.

Con la mezcla seleccionada se hizo otra prueba de panificación pero a nivel de panadería experimental con el objeto de controlar mejor las condiciones del proceso. Los panes obtenidos fueron sometidos a análisis proximales (22) determinación de volumen (21) y determinación de textura (23) con un texturómetro Instron Universal modelo 1125 y utilizando las siguientes condiciones: Celda de carga entre 0-50 kg, velocidad del cabezal 10 mm/min, y velocidad del papel 60 mm/min.

El espesor de cada muestra fue de 3 cm. y la penetración de la plumilla en ellas fue de 1,5 cm (equivalente a un 50% de compresión).

A los panes elaborados con la harina patrón experimental y a los que no presentaban diferencias significativas en los parámetros medidos con respecto a los primeros, se les realizaron pruebas de evaluación sensorial. Se aplicaron 2 tipos de análisis una prueba de triángulo (25) utilizando 15 jueces no entrenados y una prueba descriptiva cuantitativa no estructurada (26). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante el método estadístico T-Student.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados expresados en la Tabla 2, corresponden al valor promedio de las tres determinaciones realizadas para cada uno de los análisis. Al comparar los resultados obtenidos con los estipulados en las normas COVENIN para harinas de trigo, se comprobó que efectivamente se trabajó con una harina de trigo de primera tipo común. Como ambos tipos de harina pertenecían a un mismo lote de trigo, con la única variedad que a una de ellas en el proceso de obtención se le adicionó el aditivo bromato de potasio y a la otra no, se podría considerar que las diferencias observadas entre muestras, con respecto a las determinaciones de humedad, proteínas y grasa se debieron a variaciones normales dentro del proceso de molienda.

TABLA 2
ANÁLISIS PROXIMALES Y FISICO-QUÍMICOS REALIZADOS
A LAS HARINAS DE TRIGO

| Análisis | Harina sin Aditivo % | Harina con Aditivo % |
|------------------------------|----------------------------|----------------------|
| Humedad | 13.05 ± 0.35 ^a | 13.12 ± 0.48 |
| Proteínas | 13.15 ± 0.04 | 13.69 ± 0.08 |
| Cenizas | 0.63 ± 0.02 | 0.74 ± 0.67 |
| Grasa | Tr. | Tr. |
| Acidez ^b | 0.092 ± 0.006 ^a | 0.092 ± 0.006 |
| pH | 6.1 | 6.2 |
| Gluten húmedo | 36.55 ± 0.85 | 37.03 ± 0.88 |
| Gluten seco | 1.58 ± 0.1 | 1.50 ± 0.12 |
| Bromato (ppm) | — | 89.02 ± 2.07 |
| Fibra dietética total | 10.12 ± 0.53 | 10.09 ± 0.87 |
| Luminosidad (L) ^c | 91.68 ± 0.58 | 91.43 ± 0.77 |
| Blancura | 98.76 ± 0.62 | 98.77 ± 0.55 |

a. Desviación estándar (D.E.)

b. Expresado en % de ácido sulfúrico

c. Expresado en porcentaje

La determinación de cenizas de la harina con aditivo arrojó un resultado superior al de la harina sin aditivo, debido a que el bromato de potasio presente aporta cenizas. No obstante dicho nivel era inferior a 0.85%, máximo permitido por COVENIN para harinas de trigo de primera (20).

Con respecto a la concentración de bromato de potasio presente en la harina, se encontró que los niveles añadidos a nivel de molino están dentro del rango permitido por COVENIN: 80 mg/kg con una tolerancia máxima de 10 mg/kg (20).

En la Tabla 3 se observan los resultados correspondiente a los farinogramas realizados para cada tipo de mezcla. En relación al porcentaje de absorción de agua, los valores obtenidos no presentan prácticamente diferencias entre mezclas, sin embargo con respecto al tiempo de desarrollo se obtuvo que el valor más alto fue encontrado en la harina sin aditivo y el más bajo en la mezcla con 40 ppm de AA; en general todas las mezclas presentaron un valor promedio de 1.5 min.

TABLA 3
EFECTO DE LOS ADITIVOS BROMATO DE POTASIO Y ACIDO ASCORBICO SOBRE LOS FARINOGRAMAS DE LA MASA

| Características | Pat. Ind. | H. sin aditivo | 80 ppm BP | 80 ppm AA | 40 ppm AA | 20 ppm AA |
|-----------------------------------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Absorción de agua (%) | 58.0 | 58.0 | 57.0 | 57.0 | 57.0 | 57.0 |
| Tiempo de desarrollo ^a | 1.5 | 2.0 | 1.5 | 1.5 | 1.0 | 1.5 |
| Resistencia ^a | 19.0 | 19.0 | 18.5 | 18.5 | 19.0 | 20.5 |
| Estabilidad ^a | 17.5 | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 18.0 | 19.0 |

a. Expresado en minutos

La resistencia de la masa medida en min., que no es más que una indicación de la fuerza de la harina, fue mayor en la mezcla con 20 ppm de AA (20.5 min).

La estabilidad de la masa determinada como la diferencia de tiempo entre la resistencia y el tiempo de desarrollo, proporciona un valor que en general indica el índice de tolerancia de mezclado que podría tener la harina. La masa que presentó mayor estabilidad fue la elaborada con la harina que contenía 20 ppm de AA.

En base a estos dos últimos aspectos (resistencia y estabilidad de la masa) se consideró que la harina con 20 ppm de AA fue la que presentó las mejores propiedades desde el punto de vista de panificación.

Los panes obtenidos en las cuatro pruebas de panificación realizadas fueron evaluados en cuanto al volumen y al color. Los resultados se resumen en las Tablas 4 y 5. Al analizar el volumen obtenido en los panes con las diferentes mezclas de harinas, se encontró que la sustitución del aditivo B.P. por A.A. no afectaba dicho parámetro de los panes, aspecto que tiene gran influencia en la preferencia de adquisición del pan. El volumen promedio de los panes elaborados con mezclas que contenían A.A. como aditivo, aún en la menor proporción estudiada (20 ppm), no presentó diferencias significativas

respecto al pan patrón experimental y en el caso en que ocurrió fue por obtener un promedio mayor.

Al analizar el color de la concha de los panes, (Tabla 5) se puede observar que la presencia de los diferentes niveles de aditivos en las harinas no produce diferencias significativas entre los panes elaborados con ellas.

Considerando estos resultados, se infirió que técnicamente es factible la sustitución del aditivo B.P. por A.A. en la menor proporción estudiada (20 ppm).

Para reafirmar lo antes expuesto se realizó la cuarta prueba de panificación, en la cual solo se compararon los panes elaborados con la harina patrón experimental y la harina con 20 ppm de A.A. en relación al volumen. En la Tabla 4 se puede observar que no se encontraron diferencias significativas al 95% de probabilidad respecto al volumen, confirmándose en consecuencia los resultados anteriores.

En la Tabla 6 se reportan los resultados de la caracterización proximal efectuada a los panes. En general se observó poca variabilidad entre los panes elaborados con las harinas patrón industrial, experimental y la mezcla seleccionada (20 ppm de A.A.). Adicionalmente se comprobó que todos cumplan con la norma COVENIN 226-88 (23).

TABLE 4
VOLUMENES DE LOS PANES TIPO FRANCES ELABORADOS CON LAS DIFERENTES MEZCLAS DE HARINAS EVALUADAS

| Panificación | Con 20 ppm AA | Con 40 ppm AA | Con 80 ppm AA | P.experimental |
|--------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| I | 154.1 + 3.45 ^a | 150.0 + 10.8 | 152.5 + 7.5 ^a | 157.5 + 7.5 ^a |
| II | 161.7 + 15.45 ^x | 160.8 + 15.4 ^x | 197.5 + 16.3 ^x | 174.2 + 10.9 ^x |
| III | 151.0 + 7.34 ^f | 115.5 + 12.3 ^k | 145.5 + 20.1 ^l | 123.5 + 15.8 ^k |
| IV* | 175.0 + 9.12 ^m | ————— | ————— | 185.8 + 13.9 ^m |

Los promedios con letras comunes no presentan diferencias significativas al 95% de confianza, en comparación al pan elaborado con la harina patrón experimental.

* Prueba realizada en panadería experimental.

TABLE 5
COLOR EN LA CONCHA DE PANES TIPO FRANCES ELABORADOS CON LAS DIFERENTES MEZCLAS DE HARINAS EVALUADAS

| Panificación | Con 20 ppm AA | Con 40 ppm AA % blancura | Con 80 ppm AA | P.experimental |
|--------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| I | 64.39 + 1.30 ^a | 57.96 + 1.54 ^b | 65.44 + 1.47 ^a | 64.21 + 1.81 ^a |
| II | 65.77 + 33.68 ^x | 60.82 + 13.37 ^x | 62.93 + 3.96 ^x | 63.36 + 2.05 ^x |
| III | 56.39 + 2.01 ^f | 51.09 + 1.76 ^k | 56.39 + 6.35 ^l | 55.32 + 2.0 ^k |

Los promedios con letras comunes no presentan diferencias significativas al 95% de confianza, en comparación al pan elaborado con la harina patrón experimental.

TABLE 6
ANÁLISIS PROXIMALES REALIZADOS EN LOS PANES

| Análisis | Patrón ind. | Patrón exp. | Con 20 ppm de A.A. |
|----------------------------|---------------------------|----------------|-----------------------|
| | Expresado en g/100 g | | |
| Humedad | 34.17 ± 0.06 ^a | 31.15 ± 0.15 | 31.17 ± 0.10 |
| Proteínas | 15.18 ± 0.03 | 14.87 ± 0.04 | 14.67 ± 0.09 |
| Grasa | Tr. | Tr. | Tr. |
| Cenizas | 2.06 ± 0.01 | 1.77 ± 0.01 | 1.96 ± 0.01 |
| Fibra cruda | 0.49 ± 0.01 | 0.68 ± 0.01 | 0.45 ± 0.01 |
| Carbohidratos ^b | 48.09 ± 0.11 | 51.51 ± 0.21 | 51.74 ± 0.20 |

a. Desviación Estandard

b. Determinado por diferencia

Para complementar la caracterización de los panes, en la Tabla 7 se expresan los resultados de textura obtenidos. Se puede observar que el pan de la harina con A.A. presentó la mayor resistencia (7.8 kg + 1,35) a la fuerza de compresión. Estos resultados demuestran que los panes de las harinas patrones son más blandos que los de la harina problema, lo cual implica que el tipo de aditivo añadido puede influir en la textura de esa clase de pan. Como no siempre hay una relación entre la textura registrada instrumentalmente y la subjetiva evaluada sensorialmente, se hizo la evaluación sensorial de textura en miga y concha.

TABLA 7
DETERMINACION DE TEXTURA EN LOS PANES

| Pan elaborado con harina | Textura en kg ^a |
|--------------------------|----------------------------|
| Patrón industrial | 3.5 + 0.30 |
| Patrón experimental | 4.7 + 0.10 |
| 20 ppm de A.A. | 7.8 + 1.35 |

a. Determinada como la fuerza necesaria para producir una determinada deformación en el pan.

Las pruebas de análisis sensorial fueron realizadas comparando los panes de la harina con 20 ppm de A.A. y los de la harina patrón experimental. Con la prueba de triángulo se buscó determinar si los panelistas eran capaces de diferenciar los dos tipos de panes, en relación al volumen y al sabor. Este análisis fue aplicado en tres pruebas de panificación. Los resultados se indican en la Tabla 8. En las dos primeras pruebas se emitieron 30 juicios en cada una, acertándose en la primera de ellas 14 juicios tanto en el sabor como en el volumen, mientras que en la segunda prueba los panelistas emitieron 13 juicios acertados en relación al sabor y 15 en relación al volumen; siendo 16 la mínima cantidad necesaria para establecer diferencias significativas al 95% de probabilidad. En la tercera prueba tampoco se encontraron diferencias significativas al 95% porque se necesitaban acertar 13 juicios de los 24 emitidos. Ante estos resultados se pudo concluir que en cada una de las pruebas realizadas el panel no encontró diferencias significativas al 95% de probabilidad entre ambos tipos de panes.

TABLA 8
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TRIANGULO

| Prueba | Nº juicios emitidos | Nº Juicios acertados | |
|--------|---------------------|----------------------|---------------|
| | | Para el volumen | Para el sabor |
| I | 30 | 14 | 14 |
| II | 30 | 13 | 15 |
| III | 24 | 7 | 10 |

El segundo tipo de prueba empleado, permitió caracterizar y comparar las muestras en aspectos como volumen, corteza, miga, aroma, sabor, comestibilidad y aceptación global. En la Tabla 9 se puede observar que los valores obtenidos para cada renglón son muy cercanos entre sí, por lo que al aplicar el análisis estadístico (T-Student) para cada aspecto, no se encontraron diferencias al 95% de probabilidad.

TABLA 9
PROMEDIOS ENCONTRADOS EN PRUEBA DE ANALISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO (Q.D.A.) PARA DIFERENTES ASPECTOS DEL PAN FRANCES

| Aspectos evaluados | Panes con 20 ppm AA | Panes con 80 ppm BP |
|-----------------------|---------------------------|---------------------|
| Volumen | 52.83 + 20.4 ^a | 53.30 + 16.01 |
| Color de la corteza | 46.25 + 10.68 | 45.91 + 18.93 |
| Textura de la corteza | 42.73 + 20.30 | 43.96 + 15.81 |
| Textura de la miga | 52.80 + 16.40 | 42.93 + 9.70 |
| Intensidad del aroma | 55.83 + 22.01 | 60.01 + 20.70 |
| Tipo de aroma | 62.55 + 29.83 | 61.25 + 29.98 |
| Intensidad del sabor | 54.11 + 26.08 | 60.28 + 20.28 |
| Tipo de sabor | 73.03 + 23.93 | 67.93 + 19.66 |
| Comestibilidad | 58.18 + 27.76 | 54.53 + 26.10 |
| Aceptación global | 65.55 + 22.21 | 71.21 + 16.06 |

a. D.E.

Cálculos realizados considerando una escala de 1 a 100.

Por todo lo anteriormente expuesto, se concluyó que en general es técnicamente factible la sustitución de 80 ppm de bromato de potasio por 20 ppm de ácido ascórbico para la elaboración de pan francés.

REFERENCIAS

- Schlude M. El ácido ascórbico como mejorador de la harina. Servicio Técnico Roche. Dpto. de Vitaminas. Productos ROCHE S.A. 1-11, 1988.

2. Kurokawa Y., Hayashi I., Maekawa A., Takahashi M. Induction of renal cell tumors in F-344 rats by oral administration of potassium bromate, a food additive. *Gann*; 83:335-338, 1982.
3. Paul H. Chemical food poisoning by potassium bromate, report of an outbreak. *New Zealand Medical Journal*; 65:33-36, 1966.
4. Gosselin R. Clinical toxicology of commercial products. The Williams & Wilkins Co, USA, 66-79 77-78. 1976.
5. Lerenz K. Enrichment and fortification of cereal based products in the USA. Academic Press INC, New York USA, 121-125, 1982.
6. Schuler P. Ascorbic acid as a flour improver. Application guide. Food and pharmaceutical industries department Vitamin and Fine Chemical Division ROCHE. Index N° 1779 5-19. 1982.
7. FAO/WHO Evaluation of certain food additives and contaminants. Twenty seventh report of the Joint FAO/WHO 27-28, 1983.
8. Schuler P. Ascorbic acid as a flour improver guide. Food and pharmaceutical industries Department Vitamin and fine chemical. Division ROCHE Index N° 1780; p 78-80. 1982.
9. COVENIN 1553. Productos de cereales y leguminosas. Determinación de humedad. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ed. por FONDONORMA. Caracas, 1980.
11. COVENIN 1783. Productos de cereales y leguminosas. Determinación de cenizas. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ed. por FONDONORMA. Caracas, 1981.
12. COVENIN 1785. Productos de cereales y leguminosas. Determinación de cenizas. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ed. por FONDONORMA. Caracas 1980.
13. COVENIN 1787. Productos de cereales y leguminosas. Determinación de acidez. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ed. por FONDONORMA. Caracas, 1981.
14. COVENIN 1315. Alimentos. Determinación de PH. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ed. por FONDONORMA. Caracas, 1979.
15. COVENIN 1786. Harina de trigo. Determinación de gluten. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ed. por FONDONORMA. Caracas, 1981.
16. COVENIN 1913. Productos de cereales y leguminosas. Determinación de bromato de potasio. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ed. por FONDONORMA. Caracas, 1982.
17. Prosky L., Asp N., Furda I., Vries J.W., Schwezizer T., Ynharlan B.F. Determination of total Dietary fiber in foods and food Products: Collaborative Study *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 68 (4):677-679, 1985.
18. Gardner Laboratory I.N.C. Color and color related properties. Pub. A.1-12C Betherda U.S.A. 1976.
19. COVENIN 217. Harina de trigo. Segunda Revisión. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ed. por FONDONORMA. Caracas, 1989.
20. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC. 7th Ed. I.N.C. Minesota U.S.A., 1976.
21. Haridas R., Shurpalekar, s. Utilization of milo in bakery products. *J. Food Sc. and Technol.* 13 (6) 293-299, 1977.
22. COVENIN 226. Pan. Primera Revisión. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ed. por FONDONORMA. Caracas, 1988.
23. Costell E., Duran L. Medida de la textura de los alimentos III. Medida de los texturógenos primarios. *A.T.A.* 16 (1) 453-467, 1976.
24. Larmond E. Laboratory methods for sensory evaluation of foods. Publ 1637. Food Res. Canada. Dpto. Agricultural, Ottawa, 1977.
25. Wittig E. Evaluation sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Talleres gráficos U.S.A.C.H. Chile, 1986 p 61-62.

Recibido: 16-09-1992

Aceptado: 01-06-1993

Desarrollo de confites proteicos a base de soya para deportistas*

E. Wittig de Penna¹, A. Bunger¹, M. Sansur¹, L. López¹, R. Santana².

RESUMEN. Como alternativa de productos para deportistas que necesitan una mayor ingestión proteica, se desarrollaron 2 variedades de confite, de nuez y de almendra, ambos recubiertos de chocolate. Como materia prima se usó aislado proteico de soya, harina texturizada de soya, sólidos lácteos, cacao en polvo, avena tostada, nueces, almendras, aromatizantes, preservantes y antioxidantes permitidos.

Se realizaron controles sensoriales, microbiológicos, físicos y químicos en los productos optimizados, que señalan una buena calidad sensorial y microbiológica. La composición química promedio de ambos productos indica que aportan 12.4% de proteínas, 9% de lípidos y 58.7% de carbohidratos. Su aporte calórico es de 375.2 kcal/100g. Se estudió la vida útil a temperatura ambiente (20-25° C y 55-60% HR) de los confites envasados en papel aluminio, determinando que la calidad se mantiene sin variaciones significativas durante 30 días para el confite de nuez y durante por lo menos 60 días para el confite de almendra.

INTRODUCCION

Los avances realizados en las investigaciones sobre nutrición humana han aumentado los conocimientos sobre las relaciones entre la nutrición y la capacidad física del organismo. De este modo la nutrición con bases científicas ha pasado a jugar un papel muy importante en la práctica de los deportes a nivel competitivo (1).

Gracias a las investigaciones en este campo, la industria de alimentos podrá ofrecer a los deportistas día a día una variedad completa de productos científicamente diseñados para complementar la dieta, que aporten la energía y nutrientes en la medida que su actividad requiera (2).

SUMMARY. Development of proteic soy-based candy bars for sportsmen. Two varieties of soy-based candy bars were developed for sportsmen who need a higher protein intake. The two varieties, almond and nut, were covered with chocolate.

The ingredients used were isolated soy protein, texturized soy flour, milk solids, cocoa powder, toasted oat, nuts, almonds, authorized flavors, preservatives and antioxidants.

Controls were carried out in the optimized products, and the results indicate a very good sensory and microbiological quality. The average nutritional composition of both varieties is: 12.4% proteins, 9% lipids and 58.7% carbohydrates, and the caloric value is 375.2 kcal/100 g.

A shelf-life study was performed at room temperature with the candy bars packed in an aluminium foil. Determining that the quality remains without significant changes during 30 days for the nut candy, and at least for 60 days for the almond candy bar.

En la distribución calórica porcentual, la energía proveniente de las proteínas en la dieta de deportistas de alto rendimiento se sitúa entre 12 y 22 kcal%. Para deportistas de fuerza que requieren mayor desarrollo muscular se eleva sobre las 22 kcal%, siendo necesario en este caso recurrir a fuentes proteicas para cumplir con la ingestión recomendada (3) (4).

Dentro de una línea de desarrollo de productos especiales para deportistas se abordó la formulación y optimización de suplementos de alto contenido proteico para potenciales consumidores que requieren aumentar su masa muscular. Se eligió la forma de confite que, por ser una golosina, resulta atractiva para el consumo entre comidas y podría ser un buen vehículo para entregar proteínas.

MATERIALES Y METODOS

Como fuente principal de proteínas se usó la soya en forma de aislado proteico (SAMPROSOY HT 90, con 90% de proteína) y de harina texturizada e polvo (PROTEN R-100, con 52% de proteína) por proporcionar proteínas de buena calidad a un costo razonable (5).

¹ Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química.
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. U. de Chile.
² Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

* Financiado parcialmente por DTI de la Universidad de Chile.
Proyecto 2853

A través de ensayos preliminares se seleccionó la formulación base, diseñando un confite de nuez y uno de almendra, cuyas materias primas se presentan en la Tabla 1.

TABLA 1
FORMULACIONES OPTIMIZADAS

| Materias Primas | Confite de almendra (g/100g) | Confite de nuez (g/100g) |
|--|------------------------------|--------------------------|
| Leche en polvo 26% grasa | 4,6 | 4,6 |
| Leche en polvo 0.5% grasa | 4,6 | 4,6 |
| Bicarbonato de sodio | 0,2 | — |
| Agua | 56,52 | 56,12 |
| Sacarosa | 22,96 | 22,86 |
| Avena | 1,4 | 1,4 |
| Aislado proteico de soya | 2,3 | 2,3 |
| Almendras | 2,3 | — |
| Nueces | — | 3,0 |
| Cacao en polvo | 0,46 | 0,46 |
| Harina text. de soya | 4,6 | 4,6 |
| Caramelo 74921-73 (Givaudan) | csp | csp |
| Nuez FN 133-00 (Cramer) | — | csp |
| Almendra FA 512-00 (Cramer) | 0,05 | 0,05 |
| Preservante 4952-61 (Cramer) | 0,05 | 0,05 |
| Antioxidante 8589-64 (Cramer) | 0,01 | 0,01 |
| Calidad sensorial Total en escala de Karlsruhe 1-9 | 7,9 | 7,5 |

El preservante corresponde a una mezcla de sorbato de potasio: benzoato de sodio (1:2); el antioxidante empleado fue Duraplus 8589-64, ambos de CRAMER SA.

Se usaron técnicas de evaluación sensorial en la etapa de optimización, en el control del producto final y en el estudio de vida útil, utilizando el test de valoración de calidad de Karlsruhe (6) (7). Se evaluaron los atributos forma, color, olor, sabor y textura en una escala de 1 a 9, que se diseñó especialmente para confites proteicos (Figura 1). La calidad total se determinó por la sumatoria de los atributos ponderados por

los factores 0.2-0.1-0.2-0.3- y 0.2, respectivamente. Se trabajó con un panel de 8 jueces entrenados en la evaluación de productos de confitería y que demostraron confiabilidad y reproducibilidad en sus juicios ($p \leq 0,05$).

La composición química de los productos finales se determinó según los métodos de la AOAC (8) y el valor energético se calculó utilizando los coeficientes de Atwater (9). Se calculó además la distribución energética porcentual, para compararla con la distribución energética recomendada para deportistas (2).

Los análisis microbiológicos realizados en el producto final y durante el estudio de la vida útil fueron: determinación de recuento total de gérmenes aerobios mesófilos viables, coliformes totales, *Staphylococcus aureus* e investigación de Salmonella de acuerdo a las especificaciones de las normas chilenas (10) (11) (12) (13) y recuento de hongos y levaduras según el método descrito por el FDA (14).

Los controles físicos realizados en el producto final fueron determinación de peso promedio de las unidades y determinación de la actividad de agua, la cual se realizó en un higrómetro de cabello LUFFT, calibrado con soluciones estándares.

El estudio de vida útil se realizó con una partida de confites envueltos en papel aluminio chocolate (ALUSA) y como envase secundario un film de polipropileno perlado de doble capa (VIGOFLEX). Se almacenaron a temperatura ambiente (20-25°C y 55 a 60%H), durante un período de tiempo de 60 días, controlando en el tiempo cero y a los 7-15-30-45 y 60 días. Se realizaron controles microbiológicos y sensoriales según los métodos descritos, tomando como límite microbiológico un recuento total máximo de 2×10^5 ufc/g, indicado por el Reglamento Sanitario de los Alimentos Chilenos (15) para productos de pastelería. Como límite sensorial se tomó la calidad total igual o inferior a 5,5 en la escala de Karlsruhe, considerado como límite de comercialización (16). También se midió la pérdida de peso en el tiempo para verificar la protección que brinda el envase elegido.

RESULTADOS Y DISCUSION

Optimización de las formulaciones:

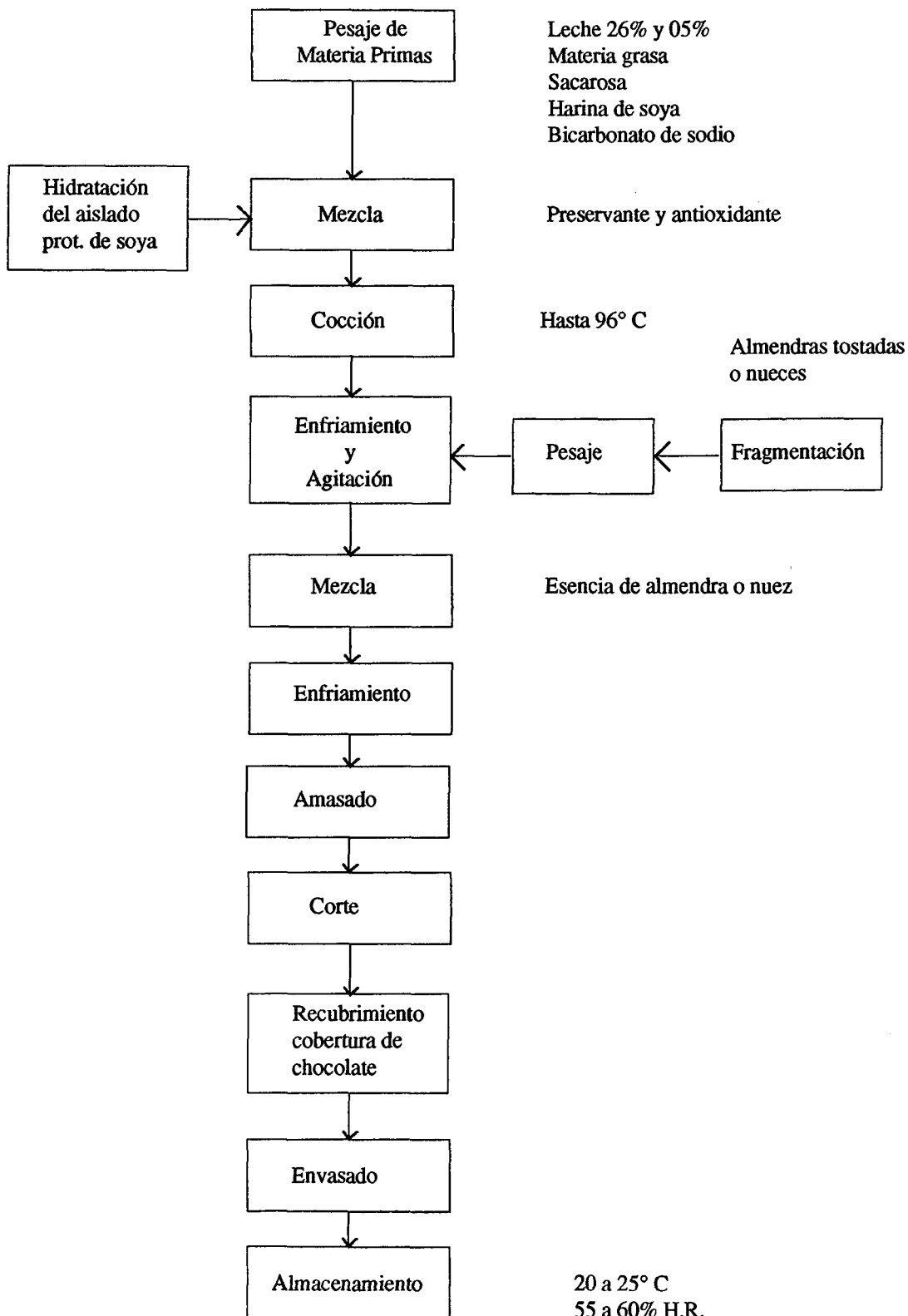
Se ensayaron varias formulaciones, tanto para el confite de nuez como para el confite de almendra, y se seleccionaron las formulaciones óptimas evaluando la calidad sensorial mediante el Test de Karlsruhe. La escala diseñada especialmente para confites hiperproteicos se encuentra en la Figura 1. En la Tabla 1 aparecen las formulaciones optimizadas y el puntaje obtenido al aplicar el Test de Karlsruhe, que en ambos casos corresponde a «bueno».

El proceso de elaboración estandarizado se presenta en forma de diagrama de bloques, en la Figura 2, siendo el mismo para ambas variedades desarrolladas. El rendimiento del proceso a escala de laboratorio fue de un 53% en ambos productos.

FIGURA 1
Escala de Karlsruhe para la valoración de
confites proteicos

| Característica | Calidad Grado 1: Características Típicas | | | Calidad Grado 2: Deterioro Tolerable | | | Calidad Grado 3: Deterioro indeseable | | |
|----------------|--|---|--|---|--|--|---|---|---|
| | Excelente 9 | Muy buena 8 | Buena 7 | Satisfactoria 6 | Regular 5 | Suficiente 4 | Defectuosa 3 | Mala 2 | Muy mala 1 |
| FORMA | Completamente bien conservada no dañada, cobertura, uniforme y correctamente adherida | Muy bien conservada, algunas unidades ligeramente modificada. Cobertura ligeramente dañada. | Bien conservada las unidades ligeramente modificadas o alguna de ellas alteradas. Cobertura dañada | Aún conservada algunas unidades ligeras o notoriamente dañadas. Cobertura alterada. | Algo alterada por eje. desprendida, raspada. Unidades notoriamente dañadas. | En general hundida, atrofiada. Cobertura quebradiza o blanquecina, sin ser desagradable. | En general intensamente deformada. Desagradable. Cobertura desuniforme. | Notablemente alterada por descomposición. | Completamente alterado por descomposición. |
| COLOR | Natural, típico excepcional, agradable, equilibrado. Tanto en la superficie como en el interior. | Típico, natural atractivo, levemente no equilibrado. Superficie uniforme. Coloración agradable. | Natural, típico algo pálido u oscuro o desuniforme en su interior. Superficie típica. | Ligeramente alterada, por ej. algo clara, algo oscura en su interior. Superficie pareja. | Alterada, muy clara o muy oscura, poco equilibrado, ya sea en su interior o exterior. | Dañado, poco equilibrado, manchas blancas en la cobertura. | Superficie intensamente teñida, por ej. grises o azulados. | Superficie intensamente teñida o decolorada, el color típico ha desaparecido. | Color francamente alterado muy desagradable. |
| OLOR | Especialmente agradable, completamente armónico, equilibrado. | Específico, completo, agradable equilibrado. | Equilibrado, específico, agradable, poco intenso. | Levemente perjudicada, normal ligeramente plano, no redondeado. | Alterado, poco armónico, algo extraño. | Alterado sin armonía, modificado. Olor extraño. | Alterada por ej. completamente disociado enmohecido, poco agradable. | Alterado, desagradable, enmohecido, aún no repulsivo. | Extraño, desagradable, repulsivo. |
| SABOR | Específico, especialmente agradable, natural y completo, muy equilibrado. | Muy agradable completo, equilibrado, pleno. | Normal, específico aún pleno natural. | Ligeramente alterado no tan intenso, muy dulce, levemente desequilibrado. | Alterado, pero aceptable, poco natural, extraño muy dulce o insípido. | Claramente dañado, por ej. insípido, enmohecido. Sabor extraño. | Alterado, por ej. completamente atípico, sabor extraño, añejo. Enmohecido. | Alterado, desagradable todavía no repulsivo. Enmohecido intenso o leve. | Francamente deteriorado, repulsivo. Totalmente atípico. |
| TEXTURA | Especialmente buena y sensación bucal completa. Excepcionalmente equilibrado. Con agradables trocitos incluidos. | Muy buena, muy equilibrada, muy agradable, trozos muy bien distribuidos. | Buena, equilibrada, agradable en general los trocitos eran bien distribuidos. | Ligeramente alterada, levemente desequilibrada, o endurecida. Trocitos bien distribuidos. | Algo alterado dejando al producto aceptable ej. ligeramente desuniforme, algo endurecida o ligosa. | Alterada, dura o ligosa trozos mal distribuidos, desagradable al masticar. | Muy alterada, modificada, muy dura, con dificultad al masticar, o muy adhesiva. | Modificación desagradable, masticación muy difícil, ya sea por dureza o reblandecimiento extremo. | Intolerable, repugnante, inaceptable. |

FIGURA 2
Diagrama de bloques para la elaboración de los confites



Controles del producto terminado:

A las formulaciones optimizadas se les realizaron controles físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales. Los resultados aparecen en la Tabla 2.

TABLE 2
CONTROLES DE CALIDAD DEL CONFITE DE NUEZ Y DE ALMENDRA

| Controles | Confite de almendra | Confite de nuez |
|----------------------------------|---------------------|-------------------|
| I Microbiológicos (ufc/g) | | |
| Recuento total | 6.2×10^2 | 9.2×10^2 |
| Coliformes totales | <10 | <10 |
| Hongos y levaduras | 1.2×10^3 | 1.3×10^3 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | <10 | <10 |
| Salmonella | ausencia/25g | ausencia/25g |
| II Físicos | | |
| Actividad de agua | 0,81 | 0,81 |
| Peso promedio (g) | 12,7 | 12,7 |
| III Evaluación Sensorial | | |
| Color | 8,0 | 7,9 |
| Forma | 7,4 | 7,6 |
| Olor | 8,0 | 7,7 |
| Sabor | 8,2 | 7,8 |
| Textura | 7,6 | 7,6 |
| Calidad Total | 7,8 | 7,7 |

La calidad microbiológica de los confites desarrollados fue buena, ya que los recuentos están por debajo de los máximos permitidos señalados en el Reglamento Sanitario de los Alimentos (15) para productos de pastelería.

Los resultados de los controles físicos indican que los confites desarrollados son productos de humedad intermedia, en que el crecimiento bacteriano es improbable y sólo existe la posibilidad de crecimiento de algunos tipos de hongos y levaduras (17).

La evaluación sensorial realizada indica que los confites presentaron una calidad sensorial buena, que se puede clasificar en grado 1 o de características típicas, tanto para los distintos atributos evaluados como para la calidad total.

La composición química y la distribución energética de los confites elaborados aparecen en la Tabla 3.

TABLE 3
COMPOSICION QUIMICA Y DISTRIBUCION ENERGETICA DE LOS CONFITES

| Nutriente | Confite de almendra | | Confite de nuez | |
|------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|
| | Comp. (g/100g) | Distrib. energét. (kcal/100 kcal) | Comp. (g/100g) | Distrib. energét. (kcal/100 kcal) |
| Humedad | 17,7 | — | 15,3 | — |
| Carbohidratos (ENN por dif.) | 55,1 | 60,4 | 62,3 | 67,9 |
| Proteínas (Nx6,25) | 12,8 | 14,0 | 12,0 | 13,1 |
| Lípidos | 10,3 | 25,6 | 7,7 | 19,0 |
| Fibra | 1,9 | — | 0,8 | — |
| Minerales (Cenizas) | 2,2 | — | 1,9 | — |
| Valor energético (kcal/100g) | 374,18 | | 376,24 | |

Distribución energética recomendada (2):

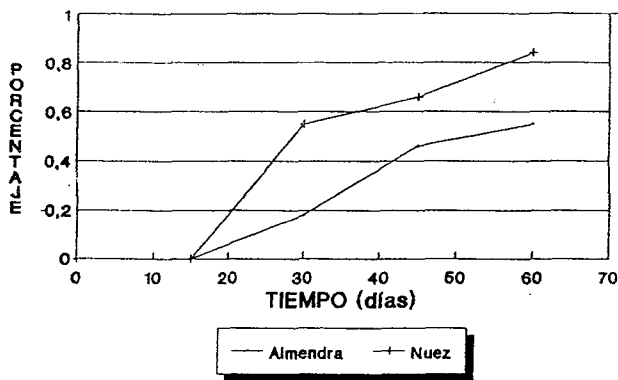
| | |
|----------------|--------|
| Carbohidratos: | 42-60% |
| Proteínas : | 15-22% |
| Lípidos : | 25-36% |

Se observa que en el confite de almendra el 14% de la energía proviene de las proteínas, y en el confite de nuez el 13,1%. Estos valores están cercanos al límite inferior de las recomendaciones, por lo que se puede decir que los productos cumplen su objetivo de aportar proteínas. Al comparar ambos productos, el confite de almendra se adecúa mejor a la distribución energética recomendada, ya que contiene un mayor porcentaje algo mayor de proteínas.

Vida útil:

Los resultados de los controles de una partida de los productos, realizados durante el almacenamiento en condiciones ambientales (20-25° y 55-60% HR) por un período de 60 días se presentan a continuación. La Figura 3 representa la pérdida de peso de los confites almacenados, observándose que a los 60 días alcanza a un 0,84% para el confite de nuez y a un 0,55% para el confite de almendra, lo que indica que los envases elegidos brindan una afectiva protección contra la deshidratación y ésta no constituye un factor importante de deterioro de la calidad a lo largo del tiempo.

FIGURA 3
Estudio de Vida Util. Pérdida de Peso



Los análisis microbiológicos de recuento total de gérmenes mesófilos aerobios viables y de recuento de hongos y levaduras a lo largo del tiempo aparecen en la Tabla 4. El recuento de coliformes se mantuvo en <10 ufc/g durante todo el estudio para ambos productos.

TABLA 4
VIDA UTIL. CALIDAD MICROBIOLÓGICA (ufc/g)

| Tiempo (días) | Confite de almendra | | Confite de nuez | |
|---------------|---------------------|------------------------|-------------------|------------------------|
| | Recuento Total | Recuento Hongos y Lev. | Recuento Total | Recuento Hongos y Lev. |
| 0 | $6,2 \times 10^3$ | $1,2 \times 10^3$ | $9,2 \times 10^3$ | $1,3 \times 10^3$ |
| 7 | $5,3 \times 10^2$ | $1,5 \times 10^3$ | $7,5 \times 10^3$ | $1,3 \times 10^3$ |
| 15 | $7,8 \times 10^2$ | $1,6 \times 10^3$ | $3,0 \times 10^2$ | $1,2 \times 10^3$ |
| 30 | $5,0 \times 10^2$ | $1,9 \times 10^2$ | $5,4 \times 10^2$ | $1,6 \times 10^2$ |
| 45 | $1,8 \times 10^2$ | $3,8 \times 10^2$ | $2,8 \times 10^2$ | $2,3 \times 10^3$ |
| 52 | $5,8 \times 10^2$ | $1,2 \times 10^2$ | $3,4 \times 10^2$ | $3,5 \times 10^3$ |
| 60 | $3,0 \times 10^2$ | $9,0 \times 10^2$ | $1,0 \times 10^2$ | $2,7 \times 10^4$ |

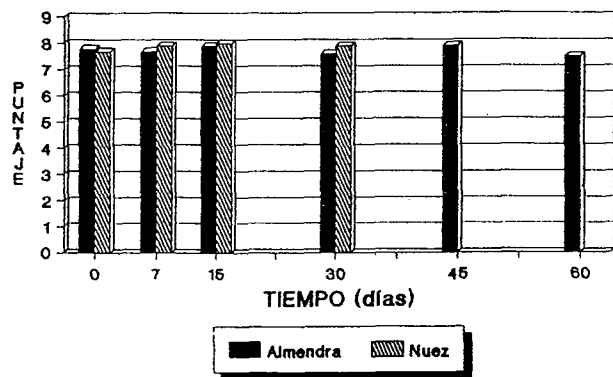
Se observa que en el confite de almendra la calidad microbiológica se mantuvo estable y buena hasta el día 60, en que se concluyó el estudio de vida útil. El confite de nuez en cambio presentó una calidad microbiológica buena hasta los 30 días de almacenamiento en condiciones ambientales, ya que a los 45 días apareció una proliferación de hongos apreciable a simple vista en la superficie del producto. Este deterioro se ve reflejado en el recuento de hongos y levaduras, que a partir del día 45 sufre un aumento considerable. Esta proliferación se atribuye a la alta carga de microorganismos presentes en las nueces, con recuentos de hongos y levaduras de $4,5 \times 10^5$ ufc/g, éstas se agregaron sin tostación previa con el fin de evitar los posibles sabores amargos residuales que confiri-

rían al producto. Las almendras en cambio se someten a una etapa de tostación previa a la molienda, en la que se logra reducir considerablemente la carga microbiana.

Se sugiere el estudio de un tratamiento térmico adecuado para las nueces, o en su defecto el uso de un agente preservante más efectivo que la mezcla de sorbato-benzoato empleada.

La variación de la calidad sensorial total durante el tiempo de estudio aparece en la Figura 4, observándose que ésta se mantiene sobre el puntaje 7, con calificación de «buena», durante 60 días para el confite de almendra y durante 30 días para el confite de nuez. Por la proliferación visible de hongos no se siguió evaluando sensorialmente el confite de nuez después del día 30.

FIGURA 4
Estudio de Vida Util. Calidad Sensorial Total



Considerando los análisis sensoriales, microbiológicos y físicos realizados durante el almacenamiento, se puede estimar la vida útil del confite de almendra en por lo menos 60 días y la del confite de nuez en 30 días cuando son almacenados a temperatura ambiente ($20-25^\circ \text{C}$ y $55-60\% \text{HR}$).

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que los confites desarrollados son de buena calidad nutritiva, microbiológica y sensorial y cumplen con el objetivo de aportar proteínas.

REFERENCIAS

1. Ragozkin V.A. Basic book of sport medicine. Olympic solidarity of the International Olympic Committee. Cap. XII, UdSSR, 1978.
2. Konopa P. La alimentación del deportista. Deportes Técnicos. Ediciones Martínez Roca S.A., 1988, p.70-83.
3. Brainum J. ¿Cuál es la cantidad de proteína que necesitamos? Muscle and Fitness, 85(8):135-142, 1990.
4. Lemon P.W. et al. The importance of protein for athletes. Sports Medicine 1:474-484, 1984.
5. Bressani R., Elfas G., Molina M.R. Estudios sobre digestibilidad de la proteína de varias especies de leguminosas. Arch. Latinoamer. Nutr. 27 (2):215-231, 1977.

6. Wittig de Penna, E. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Talleres Técnicos USACH. Santiago de Chile, 1981.
7. Paulus K. et al. Kritische Betrachtung zur Bewertenden Prüfung mit Skale als ein wesentliches Verfahren der Sensorischen Analyse. *Lebensm-Wiss.u.Tech.* 12:52-61, 1979.
8. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 13th ed. Washington D.C. 1980.
9. Schmidt-Hebbel H. Avances en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Alfabeto Editores, Santiago de Chile, 1981.
10. Instituto Nacional de Normalización, Norma Chilena NCh 1176n76. Alimentos-Determinación de gérmenes aerobios mesófilos viables-método de recuento en placa. Santiago de Chile, 1976.
11. Instituto Nacional de Normalización, Norma Chilena NCh 1178n76. Alimentos-Determinación de gérmenes coliformes-método de recuento en placa. Santiago de Chile 1976.
12. Instituto Nacional de Normalización, Norma Chilena NCh 1179n76. Alimentos-Determinación de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva. Santiago de Chile, 1976.
13. Instituto Nacional de Normalización, Norma Chilena NCh 1340. Alimentos-Determinación de Salmonella. Santiago de Chile, 1977.
14. Food and Drug Administration (FDA). Bacteriological Analytical Manual. División of Microbiology 5th ed., Washington DC. 1978.
15. Ministerio de Salud. Reglamento Sanitario de los Alimentos Chilenos. Santiago de Chile, 1982.
16. Paulus K., Noval I. II Ergebnisse von Untersuchungen über die sensorische und ernährungsphysiologische Qualität verschiedener Speiseformen. *Lebensm-Wiss.u.Tech.* 3:5-17, 1978.
17. Chiriffe, J. Preservación de alimentos por control de la aw. Curso de Perfeccionamiento en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Dpto. de Ingeniería Química. USACH, Santiago de Chile, 1986.

Recibido: 08-01-1993

Aceptado: 30-08-1993

Extracción y caracterización de las zeínas del grano de diez cultivares de maíz

Ligia Ortíz de Bertorelli

Profesor Titular, Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía,
Universidad Central de Venezuela

RESUMEN. Este estudio consistió en extraer y caracterizar las zeínas del grano de maíces venezolanos, en cuanto a su solubilidad y propiedades moleculares. Los cultivares analizados fueron los híbridos CENIAP-PB8, TOCORON 127, ARICHUNA, OBREGON, CENIAP-3, COROCITO 101 y las variedades Máquina de CENIAP, CENIAP-DMR, Venezuela-1 y Venezuela-1 OPACO-2. Las zeínas fueron extraídas con etanol al 70% y fraccionadas por dos métodos: etanol al 95% y filtración en columna rellena con gel Sephadex G-200. El peso molecular de los polipéptidos de las zeínas fue determinado por electroforesis en gel discontinuo de poliacrilamida con dodecil sulfato de sodio (PAGE-SDS). Los resultados demostraron que las zeínas representan el 36,5% de la proteína del grano de los maíces normales y el 9,38% de la del Opaco-2. Las prolaminas presentaron una fracción soluble en etanol al 95% (α zeínas) que constituye el 33,12% de las zeínas y otra insoluble (β zeínas) que forma el 66,88%. En la variedad Opaco-2 el porcentaje de α zeína (38,73%) fue más alto que en la versión normal, variedad Venezuela-1 (31,65%). Con el fraccionamiento en la columna de las zeínas se obtuvieron tres fracciones, dos principales A y C y otra B en menor cantidad, variando la proporción entre los cultivares. En las zeínas del maíz Opaco-2 predominó la fracción C, en tanto que en las del Venezuela-1 la A fue la más abundante. Las zeínas reducidas con 2-mercaptoetanol de los maíces normales fueron separadas por PAGE-SDS en dos subunidades con pesos moleculares de 21.300 y 24.300 daltones, en cambio las zeínas sin reducir presentaron agregados de gran tamaño que no penetraron al gel y mayor número de componentes (nueve) con pesos moleculares entre 24.300 y 87.000 daltones. Los patrones electroforéticos de los maíces normales fueron semejantes, pero diferentes de los patrones del Opaco-2. En este maíz, las zeínas reducidas mostraron sólo la banda correspondiente a los polipéptidos de peso molecular 24.300 daltones y las zeínas sin reducir los de peso molecular 87.000; 78.500; 48.500 y 24.300 daltones. Las α y β zeínas reducidas están formadas por los mismos componentes básicos que las zeínas reducidas. Igualmente las α zeínas sin reducir están compuestas por los mismos polipéptidos que las zeínas sin reducir. Las zeínas del Opaco-2 difieren de las del normal en que contienen más α zeínas y menos polipéptidos de alto molecular.

SUMMARY. Extraction and characterization of zeins from grains of ten mayz cultivars. The study consisted in the extraction and characterization of zeins of Venezuelan maizes, according to their solubility and molecular properties. The cultivars analyzed were the hybrids Ceniap PB8, Tocarón 127, Arichuna, Obregón, Ceniap 3, Corocito 101 and the varieties Máquina del Ceniap, Venezuela-1 and Venezuela-1 Opaco-2. Zeins were extracted with 70% ethanol and fractionated by two methods: 95% ethanol and column filtration with Sephadex G-200. The molecular weight was determined by electrophoresis in a discontinuous polyacrilamide gel with sodium dodecyl sulfate (PAGE-SDS). The results demonstrated that zeins account for 36.57% of the total protein present in normal corn grain and 9.38% in Opaque-2 corn. Prolamines presented a soluble fraction in 95% ethanol (α zeins) which represented 33.12% of zeins and another insoluble (β zeins) the 66.88%. In column fractionation, three fractions were obtained, two major A and C and another B in minor quantity, which varied in proportion between cultivars. Zeins which were reduced with 2-mercaptoethanol separated into two subunits with molecular weights of 21,300 and 24,300 daltons, whereas unreduced zeins presented large sized aggregates which remained at the origin and large numbers of bands (nine) whose molecular weights oscillated between 24,300 and 87,000 daltons. The electrophoretic patterns of normal maizes were similar, but differ from the pattern of the Opaque-2. In this maize, zeins reduced presented only the band with molecular weight 24,300 daltons and the unreduced zeins showed those with molecular weights of 87,000; 78,500; 48,500 and 24,300 daltons. Reduced α and β are made up of the same basic components of zeins. Likewise unreduced α zeins are made up of the same polypeptides as unreduced zeins. The difference between Opaque-2 zeins and normal ones in that they contain more α zeins and less polypeptides of high molecular weight.

INTRODUCCION

Las prolaminas, proteínas de reserva de los cereales, están esencialmente limitadas al endosperma. Estas proteínas son las más abundantes del grano y por lo general constituyen entre 36,9 y 41,8% de la proteína total (1,2). En el maíz reciben el nombre de zeínas y se localizan en organelos subcelulares denominados cuerpos proteicos, los cuales están encajados en una matriz proteínica (3,4). Las zeínas son solubles en soluciones alcohólicas acuosas. Se disuelven en alcohol etílico al 60-85% y en isopropanol al 70% (2,5,6), mientras que en etanol al 95% sólo se solubiliza una fracción designada α zeína, la cual representa el 14,3% de la proteína total del grano (7). Las zeínas son proteínas complejas que consisten de varios polipéptidos que pueden existir como monómeros o asociarse y formar dímeros y oligómeros (8,9). La electroforesis en gel de poliacrilamida (PAGE) separa las zeínas y α zeínas en nueve componentes (7), mientras que con la electroforesis en gel de poliacrilamida y dodecil sulfato de sodio (PAGE-SDS) se obtienen dos bandas de igual intensidad con pesos moleculares de 21.000 a 22.000 y de 23.000 a 24.000 daltones respectivamente (1,2,6,10,11). La introducción del gen Opaco-2 en el maíz induce cambios en la estructura del grano y altera la composición de las proteínas causando una reducción drástica de las zeínas con un concomitante incremento de las albúminas, globulinas y glutelinas (2,6,12,13,14). Los patrones electroforéticos de las fracciones proteicas del maíz Opaco-2 difieren de los del normal en la intensidad y/o carencia de algunas bandas. Una diferencia notable entre las zeínas de estos dos maíces es el componente de peso molecular 24.000-26.000 daltones, el cual no está presente en el Opaco-2 o está en muy baja concentración y aparece como una banda prominente en el normal (2,6,7,10,11,13,14).

La electroforesis ha demostrado ser una técnica de gran utilidad en el estudio de las proteínas del maíz, permitiendo el establecimiento de relaciones genéticas entre genotipos, la identificación de cultivares y la evaluación de la pureza genética de híbridos de maíz (15,16,17).

En Venezuela han sido desarrollados cultivares de maíz con altos rendimientos y buenas características agronómicas, tales como las variedades Máquina del Ceniap (18) y Ceniap DMR (19) y los híbridos Ceniap PB8 (18), Tocarón 127 (18), Ceniap 3 (20), Corocito 101 (21), Arichuna (22) y Obregón (23), de los cuales no se dispone de información relativa a la composición de las proteínas. Ahora bien, como este cereal representa en el país una de las principales fuentes proteicas, el conocimiento de las características proteínicas de los maíces desarrollados es muy importante para los estudios de mejoramiento genético y para su aplicación industrial. Por estas razones, el objetivo de este estudio consistió en extraer y caracterizar las zeínas del grano de maíces desarrollados en Venezuela, en base a la solubilidad y propiedades moleculares.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Los materiales analizados fueron los maíces venezolanos blancos: variedad Máquina del CENIAP (18) y los híbridos CENIAPPB8 (18), Tocarón 127 (18), Arichuna (22) y Obregón (23) y los maíces venezolanos amarillos: variedades CENIAP DMR (19), Venezuela-1 (23), Venezuela-1 Opaco-2 (23) y los híbridos CENIAP 3 (20) y Crocito 101 (21).

Métodos

1. Preparación de las harinas.

Los granos fueron lavados con agua y dejados secar durante una noche a 37°C en una estufa con aire forzado. Luego fueron molidos en un molino Cyclone Sample Mill, equipado con una malla de 0,5 mm de diámetro. La harina fue desgrasada con éter de petróleo, usando una relación 1:3 (p/v).

2. Extracción de las zeínas.

Las zeínas fueron extraídas con etanol al 70%, de la harina integral del grano desgrasada, siguiendo el esquema propuesto por Paulis y Wall (1).

3. Análisis de nitrógeno.

Fue utilizado el método micro-Kjeldahl descrito en el AOAC (24). El contenido de proteína fue calculado multiplicando el nitrógeno obtenido por 6,25.

4. Fraccionamiento de las zeínas.

4.1 En etanol al 95%

Fue aplicado el método de Paulis (7) que fracciona las zeínas en base a su solubilidad en etanol al 95%. Las zeínas solubles fueron denominadas α zeínas y las insolubles β zeínas.

4.2. Por filtración en gel de Sephadex G-200.

La filtración fue realizada en una columna de 90 cm de largo y 1,6 cm de diámetro, rellena con Sephadex G-200 (7). Como eluyente se usó urea 8M con una velocidad de flujo en contra corriente de 5 ml/hora.

5. Determinación del peso molecular de las zeínas.

Fue determinado por electroforesis en gel discontinuo de poliacrilamida con dodecil sulfato de sodio (PAGE-SDS). El gel superior fue preparado al 4,4% de acrilamida y pH 6,8 y el gel inferior al 12,6% de acrilamida y pH 8,8 (25). La electroforesis en tubo de gel fue realizada en un aparato marca Shandon, equipado con una fuente de poder Vokan. Las dimensiones de los tubos de vidrio para los geles fueron 5mm de diámetro y 75 mm de largo. La electroforesis fue iniciada con una corriente constante de 1ma por tubo de gel y al pasar la muestra al gel inferior, la corriente fue aumentada a 3ma por

tubo de gel. El peso molecular de los polipéptidos fue calculado comparando la movilidad de las proteínas con la de proteínas estándares determinadas ambas en igualdad de condiciones (26).

Los resultados obtenidos de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado, corresponden al promedio de tres determinaciones y se les practicó una análisis de varianza, complementado con una prueba de medias de rango múltiple de Duncan (27).

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Extracción de las zeínas

El contenido de proteínas del grano de los maíces estudiados (Tabla 1) varía entre 11,05% (Tocorón 127 y Ceniap 3) y 12,37% (Corocito 101), presentando estos valores diferencias significativas al 1%.

TABLA 1
DISTRIBUCION DE LAS FRACCIONES α Y β DE LAS ZEINAS DEL GRANO DE DIEZ CULTIVARES DE MAIZ

| Cultivares | Proteína* % | Zeínas % | % Fracción** | |
|----------------|----------------|-------------|-----------------|----------------|
| | | | α Zeínas | β Zeínas |
| Máquina CENIAP | 11,43d | 33,45e | 13,98 | 19,47 |
| CENIAP PB8 | 11,94b | 35,17d | 13,46 | 21,71 |
| Tocorón 127 | 11,05e | 33,91e | 12,35 | 21,56 |
| Arichuna | 11,73c | 37,18c | 11,97 | 25,21 |
| Obregón | 11,97b | 36,90c | 11,70 | 25,20 |
| CENIAP DMR | 11,97b | 37,56b,c | 10,30 | 27,26 |
| CENIAP 3 | 11,05e | 37,31b,c | 8,61 | 28,70 |
| Corocito 101 | 12,37a | 39,61a | 11,84 | 27,77 |
| Venezuela-1 | 11,64c | 38,04b | 12,04 | 26,00 |
| Promedio | 11,68 | 36,57 | 11,81 | 24,76 |
| V-I Opaco-2 | 11,44d | 9,38f | 3,63 | 5,75 |

* Porcentaje en base seca

** Porcentaje de la proteína del grano.

Los valores en columna que no presentan letras comunes alcanzan diferencias significativas al 1%.

Según los resultados obtenidos (Tabla 1) las zeínas comprenden el 36,57% de la proteína total del grano de maíz normal, siendo una de las fracciones más abundante (2,6). En cambio en el maíz Opaco-2 (V-02) sólo representan el 9,38%, valor muy inferior al 38,04% que corresponde a la versión normal, variedad Venezuela-1 (V-1). La introducción del gen Opaco-2 causó una notable reducción del nivel de zeína (2,6,12,13,14). En el maíz normal, la concentración de esta

proteína difiere entre los cultivares, presentando el híbrido amarillo Corocito 101 (C-101) la mayor proporción (39,61%) y el cultivar blanco Máquina del Ceniap (M-C) la menor (33,45%). Las variaciones observadas en el contenido de zeína son debidas principalmente a factores genéticos. Los valores de zeína obtenidos en este estudio son muy parecidos a los reportados por Paulis y Wall (1).

2. Fraccionamiento de las zeínas

En etanol al 95%.

Las α zeínas, prolaminas solubles en etanol al 95%, constituyen el 33,12% de las zeínas (Tabla 2), el 11,81% de la proteína del grano normal y el 3,63% de la del grano V-02 (Tabla 1). En tanto que la fracción más numerosa la forman las β zeínas, proteínas insolubles en etanol al 95%, las cuales representan el 66,88% de las zeínas (Tabla 2), el 24,76% de la proteína del grano normal y el 5,75% de la del V-02 (Tabla 1). La solubilidad en etanol al 95% de las zeínas de los cultivares analizados varía al nivel del 1% y los valores se aproximan a los hallados por Paulis (7) para otros maíces (14,30% α zeína y 26,4% β zeína). El mayor porcentaje de α zeína (41,79%) y el menor de β zeína (58,21%) lo muestra la variedad blanca M-C, en cambio el menor contenido de α zeína (23,09%) y el mayor de β zeína (76,91%) corresponden al híbrido amarillo Ceniap 3 (C-3). Además se observa que la variedad con el gen 02 introducido presenta mayor proporción de α zeína (38,73%) que la variedad normal V-1 (31,65%).

TABLA 2
CONTENIDO DE LAS FRACCIONES α Y β DE LAS ZEINAS DEL GRANO DE DIEZ CULTIVARES DE MAIZ

| Cultivares | % Fracción* | |
|----------------|-----------------|----------------|
| | α Zeínas | β Zeínas |
| Máquina CENIAP | 41,79 a | 58,21 i |
| CENIAP PB8 | 38,27 c | 61,73 g |
| Tocorón 127 | 36,43 d | 63,57 f |
| Arichuna | 32,20 e | 67,80 e |
| Obregón | 31,72 f | 68,28 d |
| CENIAP DMR | 27,42 h | 75,58 b |
| CENIAP 3 | 23,09 i | 76,91 a |
| Corocito 101 | 29,88 g | 70,12 c |
| Venezuela-a | 31,65 f | 68,35 d |
| V-1 Opaco-2 | 38,73 b | 61,27 h |
| Promedio | 33,12 | 66,88 |

* g fracción en 100 g zeínas.

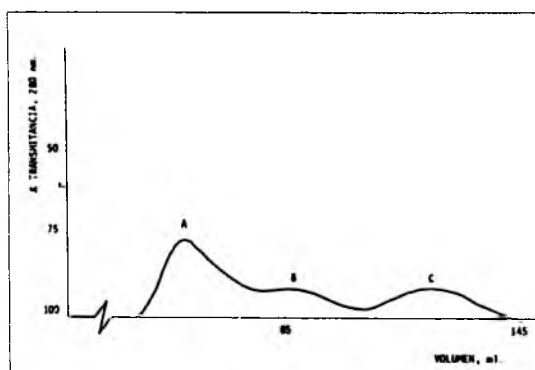
Los valores en columna que no presentan letras comunes alcanzan diferencias significativas al 1%.

Por filtración en gel de Sephadex G-200.

Las zeínas se separaron en tres fracciones por filtración en columna rellena con gel de Sephadex G-200 (Figura 1), dos principales A y C y otra B en menor cantidad. La fracción A comprende los polipéptidos de mayor peso molecular. La B está constituida por subunidades de tamaño medio y la C por los más pequeños. Las proporciones de estas fracciones cambian entre las zeínas de los cultivares analizados, de manera que en los maíces M-C, Arichuna y V-1 la fracción A es la mayor. Por el contrario en los cultivares Ceniap PB8 (C-PB8), C-3, C-101 y V-02 la fracción C es la más abundante. En los maíces Ceniap DMR (C-DMR), Tocarón 127 (T-127) y Obregón la proporción de las fracciones A y C es aproximadamente igual. Por su parte la fracción B es menor que la A en todos los cultivares. Según este análisis, la zeína de la variedad V-02 tiene menos polipéptidos de alto peso molecular que la normal, ya que mostró una fracción C mayor que la A, en tanto que en la versión normal V-1, estas dos fracciones se invierten, siendo la C menor que la A. En relación con el fraccionamiento de las α zeínas, se observó que están constituidas por las mismas fracciones que las zeínas completas (sin fraccionar con etanol al 95%), siendo la A la más abundante en todos los cultivares, seguida por la fracción C y después por la B. Las α zeínas del maíz V-02 son parecidas a las del normal, puesto que están formadas principalmente por polipéptidos de mayor tamaño (fracción A). La predominancia en las α zeínas de compuestos de alto peso molecular es probablemente debida a asociaciones hidrofóbicas y a intercambios de enlaces disulfuro que pueden ocurrir durante los procesos de extracción y diálisis que se efectúan en el fraccionamiento (7).

FIGURA 1

Fraccionamiento de las zeínas Arichuna en gel Sephadex G-200



Los resultados de este análisis indicaron heterogeneidad en el tamaño de las zeínas, las cuales consisten de varios componentes con diferentes pesos moleculares, que pueden existir como monómeros o asociarse y formar compuestos más grandes (7,8,9). Los valores obtenidos difieren de los hallados por Paulis (7) quien separó las zeínas provenientes de maíces distintos, en cuatro fracciones de proporciones parecidas entre sí.

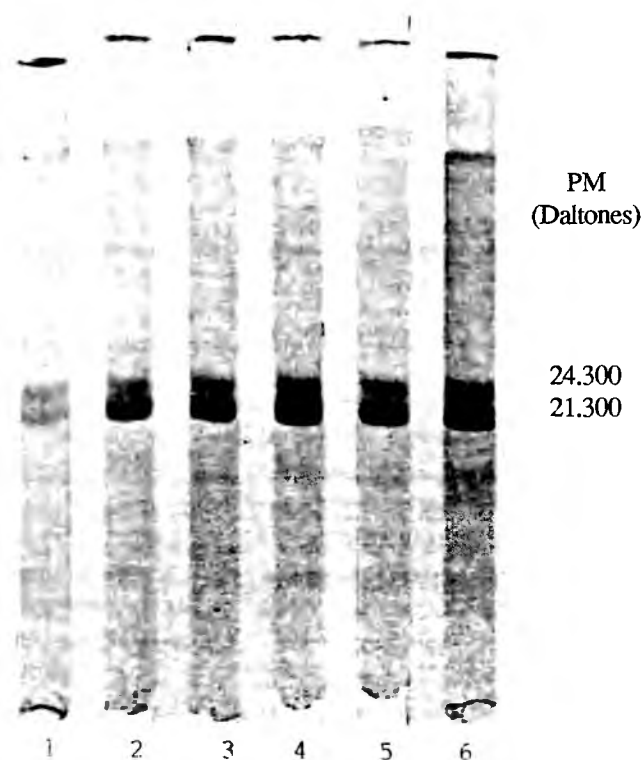
3. Peso molecular de las zeínas.

Con la aplicación de la electroforesis discontinua se logra una mejor separación de los componentes de las fracciones proteicas que con la técnica convencional, ya que se obtienen bandas bien definidas como lo demuestran las Figuras 2, 3 y 4.

En los maíces normales analizados, las zeínas reducidas con 2-mercaptoetanol se separaron, en dos subunidades con pesos moleculares de 24.300 y 21.300 daltones (Figura 2), encontrándose esta última en mayor proporción (banda más intensa) en todos esos cultivares. En el V-02 figura sólo la banda 2 correspondiente al componente principal (21.300 daltones) y la banda 1 (24.300 daltones) está ausente. Otros investigadores (2,6,7,10,11,13,28) también han observado una disminución o ausencia de las subunidades de peso molecular 24.000 daltones, en las zeínas del maíz con el gen O2 en comparación con las del maíz normal. Disminución que es atribuida a la reducción de la velocidad de síntesis de esos polipéptidos ocasionada por dicho gen (10,28). Para las α y β zeínas reducidas con 2-mercaptoetanol se consiguieron resultados idénticos que para las zeínas reducidas sin fraccionar, presentando ambas fracciones las mismas bandas y por lo tanto los mismos monómeros que las zeínas completas, resultados concordantes con los de Paulis (7).

FIGURA 2

Patrones PAGE-SDS de las zeínas de los maíces Máquina del Ceniap (1), Ceniap PB 8 (2), Tocarón 127 (3), Ceniap DMR (4), Ceniap 3 (5) y Corocito 101 (6)



Las zeínas sin reducir con 2-mercaptoetanol (Figuras 3 y 4) mostraron mayor número de bandas (nueve) que las zeínas reducidas y sus pesos moleculares oscilaron entre 24.300 y 87.000 daltones. Estas proteínas además presentaron componentes de alto peso molecular que se quedaron en el origen. Los patrones electroforéticos de las zeínas sin reducir de los maíces normales no difirieron entre si y están constituidos principalmente por componentes de alto peso molecular y por las subunidades 7 (PM=48.500 daltones) 8 (29.000 daltones) y 9 (PM=24.300 daltones) que fue la banda más intensa en todos los cultivares y en consecuencia, el componente principal, en cambio la banda 6 (PM=50.000 daltones) apareció únicamente en el híbrido blanco Arichuna. La presencia de subunidades con menor movilidad y mayor tamaño en las zeínas sin reducir, sugiere que los polipéptidos más pequeños se encuentran unidos por enlaces disulfuro (-S-S) formando oligómeros de alto peso molecular (7,8,9). Por su parte, la variedad V-02 mostró un patrón electroforético diferente al de los maíces normales, ya que sólo presentó las bandas 1 (PM=87.000 daltones), 3 (PM=78.500 daltones) 7, 9 y algunos componentes de mayor tamaño, resultados que confirman que este maíz tiene menos polipéptidos de alto peso molecular que el normal, como lo señaló el fraccionamiento en gel Sephadex G-200.

FIGURA 3

Patrones PAGE-SDS de las zeínas sin reducir de los maíces Máquina del Ceniap (1), Ceniap PB 8 (2), Tocarón 127 (3), Ceniap DMR (4), Ceniap 3 (5) y Corocito 101 (6)

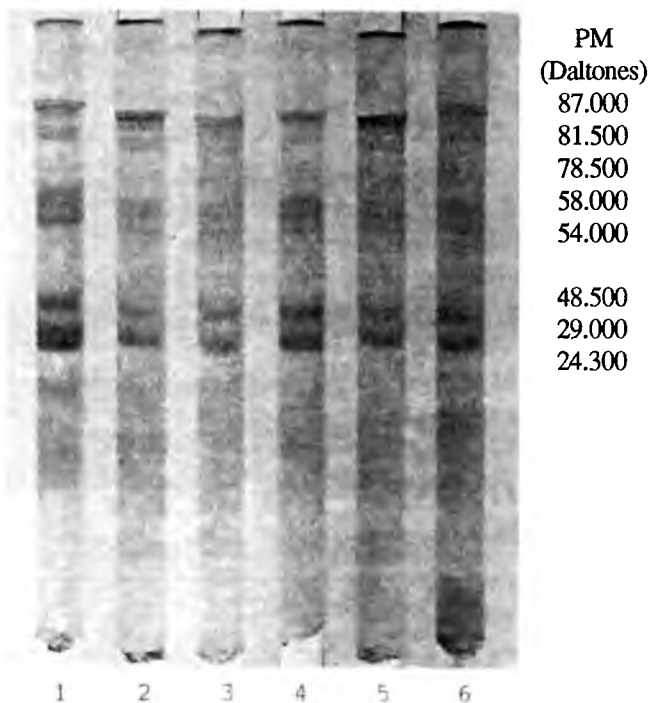
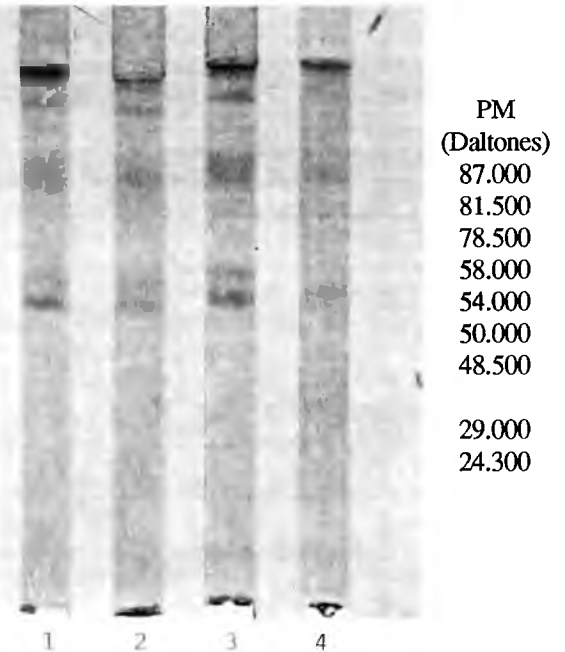


FIGURA 4

Patrones PAGE-SDS de las zeínas sin reducir de los maíces Arichuna (1), Obregón (2), Venezuela-1 (3) y Venezuela-1 Opaco-2 (4)



El análisis electroforético de las α zeínas sin reducir con 2-mercaptoetanol, indicó que esta fracción está compuesta por los mismos polipéptidos que las zeínas completas sin reducir, ya que exhibieron bandas iguales. Los resultados de este análisis se asemejan a los de Paulis (7) quien halló que las zeínas y las α zeínas sin reducir consisten principalmente de bandas con pesos moleculares de 45.000 y 68.000 daltones y una banda prominente de 24.000 daltones.

En conclusión, el contenido de zeína de los maíces analizados, varía de un cultivar a otro y las zeínas de dicho material difieren entre si en cuanto a la composición de α y β zeína y en la proporción de las fracciones A, B y C obtenidas por filtración en gel Sephadex G-200. En cambio los patrones electroforéticos PAGE-SDS de las zeínas de los maíces normales son semejantes, pero muy diferentes del patrón electroforético de las zeínas del maíz V-02.

Agradecimiento.

La autora agradece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), el financiamiento de esta investigación y al Ingeniero Agrónomo Arnoldo Bejarano la donación de las muestras estudiadas.

REFERENCIAS

1. Paulis J. y Wall J. Comparison of the protein compositions of selected corns and their wild relatives Teosinte and *Tripsacum*. *J. Agric Food Chem* 25 (2):265-270. 1977.
2. Ortíz L. y Guerra M. caracterización de las proteínas de los maíces Venezuela-1, Arichuna, Obregón y Venezuela-1 Opaco-2. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 33(3):539-555. 1983.
3. Shimamoto K., Ackermann M. y Dierks-Ventling C. Expression of zein in long term endosperm cultures of maize. *Plant Physiol.* 73:915-920. 1983.
4. Taylor J., Schuesler L. y Liebenberg N. Localization of zein-2 and crosslinked kafirin in maize and sorghum protein bodies. *J. Cereal Sci.* 2(4):249-255. 1984.
5. Augustine M. y Baianu I. Basic studies of corn proteins for improved solubility and future utilization: A physicochemical approach. *J. Food Sci.* 25(3):649-652. 1987.
6. Ortíz L. Estudio comparativo de algunas características físicas, químicas y proteicas de los maíces Venezuela-1, Arichuna, Obregón y Venezuela-1 Opaco-2. *Rev. Fac. Agron. UCV.* 12(1-2):389-419. 1982.
7. Paulis J. Disulfide structures of zein proteins from corn endosperm. *Cereal Chem.* 58(6):542-546. 1981.
8. Landry J. y Sallantin M. Polymorphism of native zein as detected by gel filtration and electrophoresis in the presence or absence of sodium dodecyl sulfate. *Cereal Chem.* 60(3):242-245. 1983.
9. Paulis J. y Bietz J. Characterization of zeins fractionated by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Cereal Chem.* 65(3):215-222. 1988.
10. Gianazza E., Righetti P., Pioli F., Galante E. y Soave C. Size and charge heterogeneity of zein in normal and Opaque-2 maize endosperms. *Maydica* 21 (1):1-17. 1976.
11. Misra P. Mertz E. y Glover D. Studies in corn proteins. X Polypeptide molecular weight distribution in Landry-Moureaux fractions of normal and mutant endosperms. *Cereal Chem* 53(5):705-711. 1976.
12. Mertz E., Bates L. y Nelson O. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science.* 145:279-280. 1964.
13. Wall J. y Bietz J. Differences in corn endosperm proteins in developing seeds of normal and Opaque-2 corn. *Cereal Chem,* 64(4):275-280. 1987.
14. Paiva E., Kriz A., Peixoto M., Wallace J. y Larkins B. Quantitation and distribution of π -zein in the endosperm of maize kernels. *Cereal Chem.* 68(3):276-279. 1991.
15. Motto M., Salamini F., Reggiani R. y Soave C. Evaluation of genetic purity in hibrid corn (*Zea mays* L) seed production through zeins isoelectrophoretic patterns. *Maydica* 24:223-233. 1979.
16. Nucca R., Soave C., Motto M. y Salamini F. Taxonomic significance of the zein isoelectric focusing pattern. *Maydica* 23:239-2249.
17. Wall J., Fey D., Paulis J. y Landry J. Improved two-dimensional electrophoretic separation of zein proteins: application to study of zein inheritance in corn genotypes *Cereal Chem.* 61(2):141-146. 1984.
18. Bejarano A. y Segovia V. Ensayos regionales de rendimiento en maíz. FONAIAP, Maracay, Venezuela. 21 p. 1983.
19. Bejarano A., Segovia V., Moreno H. y Llavaneras J. Comportamiento del compuesto de maíz CENIAP-DMR. IX Reunión de maiceros de la zona Andina. Maracay, Venezuela. p. 233. 1980.
20. Bejarano A. Segovia V. Rosales N. y Andrade L. comportamiento del híbrido de maíz doble CENIAP-3. IX Reunión de maiceros de la zona Andina. Maracay, Venezuela. p.233. 1980.
21. Millán A. y Malavé E. Resultados de ensayos regionales en la faja maicera del Estado Monagas. IX Reunión de maiceros de la zona Andina. Maracay, Venezuela. p.855. 1980.
22. Obregón P. formación y prueba del híbrido de maíz Arichuna. *Rev. Fac. Agron. UCV.* 6:5-16. 1970
23. Agudelo C. Logros del mejoramiento del maíz en Venezuela. Instituto de Investigaciones Agronómicas. CENIAP FONAIAP, Maracay, Venezuela. 1976.
24. Association of Official Analytical Chemists. AOAC. Official methods of analysis. 12th ed. Washington D.C. USA. 1975.
25. Luzardo M. Características y usos de las proteínas del sorgo. Tesis de Maestría. USB. Caracas, Venezuela. 139 p. 1980.
26. Weber K. y Osborn M. The reliability of molecular weight determinations by dodecyl sulfate-plycrylamide gel electrophoresis. *J. Biol. Chem.* 244(16):4406-4412. 1969.
27. Little T. y Hills F. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas 3a ed. México. 1979
28. Di Fonzo N., Fornasari E., Salamini F. y Soave C. SDS-protein subunits in normal, Opaque-2 and floury-2 maize endosperms. *Maydica* 22:77-88. 1977.

Recibido: 24-09-1992

Aceptado: 16-06-1993

Carne de vizcacha (*Lagostomus maximus maximus* Blainv). Valor Biológico

Mirta L. de Arellano¹, Juan M. Luco², Silvia Fernández¹, Yolanda Micalizzi¹, Mónica Fisetti¹, Julia B. Lucero¹, Sara Mucciarelli¹.

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia - Universidad Nacional de San Luis, República Argentina

RESUMEN. Con el objetivo de establecer la calidad de la carne de vizcacha (*Lagostomus maximus maximus* Blainv) como alimento, se estudió la composición química porcentual, el contenido de colesterol y algunos ácidos grasos. A fin de estimar el valor de la utilización proteica neta (NPU), de la digestibilidad verdadera (DV) y valor biológico (VB), se realizaron experiencias con ratas de la cepa Wistar.

Los resultados obtenidos mostraron una concentración proteica de 23.87 g/100g, un contenido de lípidos totales de 3.74 g/100g y un bajo contenido en colesterol, 50.00 mg/100g. Es destacable la concentración de ácidos grasos de C₁₈ insaturados, como así también la proporción de ácido araquidónico. El aprovechamiento nitrogenado evaluado a través de NPU arrojó un valor de 60.50±9.7, con una DV de 85.00±13.2 y con VB de 70.60.

Del resultado integral de este estudio y de la buena aceptación del producto por el hombre, se infiere que la carne de vizcacha es un buen alimento, adecuado para industrializar bajo la forma de conserva y que merece una buena promoción que facilite la apertura de mercados.

INTRODUCCION

La vizcacha (*Lagostomus maximus maximus* Blainv) es un roedor típico de las llanuras argentinas, en estado adulto tiene un largo de 65-80 cm y un peso entre 4 y 8 kilogramos. De aspecto fornido, cabeza voluminosa y pesada, hocico corto, labio superior algo ancho, hendido, nariz con repliegues y en forma de V, ojos grandes de iris negro, orejas de contorno oval, miembros delanteros cortos, manos pequeñas con cuatro dedos, pies grandes con tres dedos, cola mediana (25% del largo total del animal), recubierta de pelos, siendo en su cara superior más largos y rígidos dando idea de un cepillo. Este roedor ha sido considerado una plaga por su capacidad de consumir hasta 2.5 kilogramos de pasto verde diarios, dismi-

SUMMARY. Meat of vizcacha (*Lagostomus maximus maximus* Blainv). **Biological value.** In order to establish the vizcacha meat quality as food, the percentual chemical composition, cholesterol content and values of some fatty acids were determined. Assays were performed using Wistar rats for estimation of Net Protein Utilization (UPN), True Digestibility (TD) and Biological Value (BV). The results obtained were: protein, 23.87 g/100g; total lipids, 3.74 g/100g and a low content of cholesterol of 50 mg/100g. From the analysis of the fatty acids composition it is noticed a remarkable high proportion of insaturated C₁₈ fatty acids. The nitrogen availability calculated from UPN studies gave a value of 60.50±9.7, a TD of 85.00±13.20 and a BV of 70.60. Considering on the whole the results here obtained and the optimal approval of this product by man, it is inferred that vizcacha meat constitutes a good base for the production of foods suitable to be manufactured as can products. An adequate promotion of this product will be needed for its introduction in new markets.

nuyendo la capacidad de un campo de pastoreo, lo que originó que a principios de siglo se implementarán campañas para combatirlo. Entre las recomendaciones de las acciones a desarrollar se incluían algunos consejos de utilización remunerativa o de aplicación práctica, ya sea aprovechando su carne para consumo o industrializando el cuero (1). En nuestro medio la carne es muy apetecida y apreciada; su comercialización es restringida presentándose en los mercados locales como un producto folklórico.

En este trabajo se encara el estudio de la carne de vizcacha desde un punto de vista nutricional y químico con el fin de evaluar su calidad biológica.

MATERIAL Y METODOS

Las vizcachas fueron adquiridas en piezas enteras, convenientemente faenadas, en el mercado local.

¹ Laboratorio de Ensayo y Valoración de Medicamentos

² Laboratorio de Alimentos

Métodos analíticos.

Los análisis realizados para determinar su composición química general y microelementos fueron: humedad, extracto etéreo y cenizas de acuerdo a las técnicas de la AOAC (2). Se evaluó proteínas por el método Kjeldahl modificado por Winkler, (Nx6.25) (3); sodio, potasio, hierro, calcio se cuantificaron por absorción atómica usando un espectrofotómetro (Instrumentation Laboratory aa/ae modelo 751). Fósforo se midió según la técnica utilizada por Mucciarelli y col. (4). El colesterol y lípidos totales fueron determinados de acuerdo a Zak (5). Los ácidos grasos, como ésteres metílicos, se realizó por cromatografía gaseosa. La instrumentación utilizada y las condiciones en que se realizaron los cromatogramas fueron las siguientes:

- Cromatógrafo de gas: Varian-Modelo 1440.
- Detector: Detector de Ionización de Llama (FID).
- Temperatura del horno: Ti=80° mantenido por 2 minutos y luego con un gradiente de 4° C/min hasta alcanzar una temperatura final de 230°C.
- Temperatura Inyector: 200°C
- Temperatura Detector: 250°C
- Columna: empaquetado metálico de 1.8 m de longitud., 2 mm de diámetro interno, rellena con FFAP como fase estacionaria sobre cromosorb. w-8/100.
- Gas portador: nitrógeno a un flujo de 30 ml/min.
- Areas de pico: medidas con integrador Varian-Modelo 4290.

En la derivatización se utilizó como reactivo metilante diazometano en éter etílico (7). La metodología seguida para la obtención de derivados fue la siguiente: los extractos secos de las muestras se disolvieron en 2 ml. de éter etílico y luego gota a gota se le adicionó el reactivo metilante hasta persistencia de un color amarillo pálido; se dejó en reposo 1h. La solución fue evaporada a seco con corriente de N₂. El residuo se disolvió en 1 ó 2 ml. de acetona, según el caso y se inyectó en el cromatógrafo. La cuantificación de ácidos grasos se realizó usando el método del estándar externo: se obtuvo una curva de calibración, con cada ácido graso se prepararon soluciones de concentraciones crecientes, y cada solución fue inyectada al cromatógrafo.

Evaluación de la calidad biológica de la proteína.

La calidad biológica de la proteína fue evaluada mediante el estudio del aprovechamiento nitrogenado, através de la determinación de NPU y DV de acuerdo a Miller y Bender (8).

Las dietas fueron preparadas de acuerdo a Sambucetti, Gallegos y Sanahuja (9). En la dieta experimental el aporte proteico fue dado por carne de vizcacha desecada en estufa con corriente de aire a 60°C durante 48 hs. Los trozos de carne fueron sometidos a molienda hasta obtener un producto homogéneo. La composición teórica de nutrientes expresada en g/100g de dieta fue la siguiente:

| | |
|---|-------|
| Carne de vizcacha (aporta 10 gr de proteínas) | 41.89 |
| Aceite de maíz | 14.50 |
| Mezcla de sales | 5.00 |
| Vitaminas hidrosolubles | 0.25 |
| Vitaminas liposolubles | 0.50 |
| Colina (como citrato) | 0.15 |
| Dextrina c.s.p. | 100 |

La mezcla de sales, de vitaminas hidrosolubles y liposolubles se preparó según Harper (10). En la dieta apteica se reemplaza la proteína por dextrina. La forma operacional fue detallada anteriormente (11). El VB fue calculado, VB=NPU/DV, llevándose un registro de ingesta alimenticia y de aumento de peso.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos referentes a la composición química general de carne de vizcacha se consignan en la Tabla 1. De la misma se infiere que el contenido de proteínas de 23.87 g/100g es algo inferior al encontrado en la carne de vaca (28.00%) y ligeramente superior al informado para carne de pescado (20.00%). (12)

TABLA 1
COMPOSICION QUIMICA GENERAL DE CARNE
DE VIZCACHA

| Determinaciones | Concentraciones | |
|------------------------|-----------------|---------|
| Humedad | 73.05 | g/100g |
| Proteínas (Nx6.25) | 23.87 | g/100g |
| Cenizas | 3.61 | g/100g |
| Lípidos totales | 3.74 | g/100g |
| Colesterol | 50.00 | mg/100g |
| Calcio (como Ca) | 11.58 | mg/100g |
| Fósforo total (como P) | 133.10 | mg/100g |
| Sodio | 143.00 | mg/100g |
| Potasio | 232.00 | mg/100g |
| Hierro | 2.43 | mg/100g |

Con respecto a la concentración de lípidos totales, (3.74% detectados en carne de vizcacha, es muy similar al publicado para carne de vaca (3.00%, superior, como era de esperar, al de carne de pescado (1.3%). (12)

En cuanto al contenido de colesterol, 50.00 mg/100g, es inferior al consignado para carne de pollo (60.00 mg/100g) inferior también al de filete de pescado y al de carne de vaca, (70.00 mg/100g) para ambas carnes (13).

El resto de los componentes analizados, tales como calcio, fósforo, hierro, sodio, se encuentran en concentraciones intermedias entre los valores informados para carne de vaca y carne de pescado; siendo el contenido de potasio 232.00 mg/100g, algo superior al de carne de vaca y carne de pescado (122.50 y 153.60 mg/100g), respectivamente (13).

En cuanto a la cantidad de ácidos grasos (expresado en $\mu\text{g/g}$ de tejido y en porcentaje) en carne de vizcacha (Tabla 2) se puede observar que la concentración de ácidos grasos saturados de 16 a 18 átomos de carbono constituyen el 35% del total de ácidos grasos cuantificados; prevaleciendo, evidentemente, entre los saturados el ácido palmítico.

TABLA 2
CONCENTRACION DE ACIDOS GRASOS EN CARNE
DE VIZCACHA
($\mu\text{g/g}$ DE TEJIDO)

| Acido graso | | | |
|-------------|--------------------------------------|---------------------------|------------|
| Atomos de C | Acido (nombre común) | $\mu\text{g/g}$ de tejido | Porcentaje |
| 11 | undecílico | 2.458 | 0.099 |
| 12 | laúrico | 3.566 | 0.144 |
| 13 | tridecílico | 2.191 | 0.088 |
| 14 | mirístico | 10.709 | 0.433 |
| 15 | pentadecílico | 25.500 | 1.031 |
| 16 | palmítico | 646.496 | 26.136 |
| 17 | margárico | 108.656 | 4.393 |
| 18 | esteárico | 111.000 | 4.487 |
| 18 | ácido oleico+linoleico +linoléico | 1351.000 | 54.617 |
| 20 | araquidónico | 190.000 | 7.681 |
| 22 | behémico | 22.000 | 0.889 |

Los ácidos grasos insaturados representan el 62% del total. Dentro de los ácidos grasos insaturados la mayor concentración corresponden a la mezcla de los ácidos de C18 (oleico, linoleico y linoléico), que en las condiciones de trabajo no pudieron separarse.

Un comentario aparte merece la concentración de ácido araquidónico de $190\mu\text{g/g}$ tejido, que es un valor interesante (7.68% del total). Si tenemos en cuenta que los ácidos linoleico, linoléico y araquidónico, se consideran ácidos grasos esenciales, ya que son necesarios en pequeñas cantidades para mantener la salud y aceptando que deben estar presentes en la dieta en una cantidad suficiente como para aportar del 1-2% de la energía consumida, las concentraciones encontradas resultan interesantes (14).

Los datos referidos a la calidad biológica de la proteína, obtenidos como resultado de la experimentación biológica, se consignan en Tabla 3. Del análisis de los mismos se desprende que los valores obtenidos del 60.5 ± 9.7 para NPU, 85 ± 13.2 para DV y de 70.6 para VB son ligeramente inferiores a los publicados para carne vacuna: 66.7, 99.3 y 74.3 respectivamente (15). Esta comparación permite inferir que el aprovechamiento nitrogenado de la carne de vizcacha es muy semejante al de carne vacuna.

TABLA 3
EVALUACION DE LA CALIDAD BIOLOGICA
DE LA PROTEINA

| | |
|-----|--------------------|
| NPU | 60.50 ± 9.7 (1) |
| DV | 85.00 ± 13.2 |
| VB | 70.60 |
| I | 97.16 ± 17.6 |
| AP | 29.20 ± 4.2 |

(1) M \pm DE = Desviación estándar
NPU = Utilización Proteica Neta
DV = Digestibilidad Verdadera
VB = Valor Biológico
I = Ingesta expresada en g en 10 días de experiencia
AP = Aumento de peso corporal expresado en g en 10 días de experiencia.

Con respecto a la ingesta registrada durante los 10 días de experiencia, 97.16g, esta es superior a la ingesta registrada por nosotros (85.50g), en experiencias con dietas cuya fuente proteica fue caseína. Considerando el aumento de peso, en igual período, se obtuvo una media de 29.20g, valor similar al determinado en la misma experiencia con caseína, que fue de 30.4g.

Del análisis integral de los datos obtenidos y considerando en especial el buen contenido de proteína, el aceptable nivel de grasas, la baja concentración de colesterol, el alto porcentaje de ácidos grasos insaturados en especial de ácido araquidónico, el buen aprovechamiento nitrogenado y la aceptación generalizada de la carne de vizcacha para la preparación de diversos platos típicos, podemos recomendar una mayor utilización de esta carne como alimento de primera calidad y sugerir también, la industrialización de conservas, la promoción de apertura de mercados externos e internos y el ensayo de rendimiento de la producción en criaderos.

REFERENCIAS

1. Llanos A.C. y J.A. Crespo. Ecología de vizcacha. Instituto Nacional de Investigaciones de las Ciencias Naturales y Museo Argentino de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia» Serie N° 10, 1954.
2. Association of Official Analytical Chemists Official Methods of Analysis of the AOAC 12th ed. Washington, D.C., The Association, 1975.
3. Jacobs M.B. The Chemical Analysis of Foods and Food Products. N.Y. Ed. Krieger Publishing Co. Inc. 1973, p. 34.
4. Mucciarelli S.I.L. de; J.A. Cid; M.M. Pedernera; M.A. Arellano; C. Guardia. Composición Química y Valor nutritivo de dos especies de Prosopis (P. caldenia y P. torcuata) Rev. Asoc. Bioq. Arg. (ABA), 46:1-10, 1982.
5. Zak B.; N. Moss; J. Boyle; A. Zlatkes. Reactions of certain unsaturated steroids with acid iron reagent, Anal. Chem. 26: 776-781, 1954.

6. Rosato R.R.; G.A. Jahn and M.S. Giménez. Amelioration of some metabolic effects produced by hyperthyroidism in late pregnant rats and their fetuses. Effects on lipids and proteins, hormone metab. 24:15-20, 1992.
7. Analysis of pesticide residues in human environmental samples -EPA-660/8-80-039. 1980.
8. Miller D.S. and A.E. Bender. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method, Brit. J Nutr, g:382, 1955.
9. Sambucetti M.E.; G. Gallegos y J.C. Sanahuja. Estudio de la proteína extraída de semillas de lino. Valor nutritivo e inocuidad. Arch Latinoamer Nutr, 23;79-84. 1973.
10. Harper A.E. Amino acid balance and imbalance. I. Dietary level of protein and amino imbalance. J. Nutr.; 68:405-409, 1959.
11. Mucciarelli S.I. de; J.A. Cid; M.L. de Arellano; S. Fernández y N.G. de Luquez. Calidad biológica del aislado proteínico de hojas de *Atriplex numularia*. Arch Latinamer Nutr. 35:458-465, 1985.
12. Noll B.I. y C.F. Lindau; Aspectos de composição em nutrientes da carne de Ra Tauro-Gigante (*Rana catesbiana*) Cad. Farm, 3:29-36, 1987.
13. Buss H.; H. Tyler; S. Barber y H. Crawley. Manual de Nutrición. España, Ed. Acribia, p.15. 1987.
14. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas. Roma, FAO p.179. 1970.

Recibido: 12-11-1992

Aceptado: 15-07-1993

Fibra dietética soluble, insoluble y total en cereales, productos derivados de su procesamiento y en productos comerciales a base de cereales

Elba Sangronis¹ y María Alejandra Rebolledo²

Universidad Simón Bolívar - Caracas, Venezuela

RESUMEN. En este estudio se determinó fibra dietética total (FDT), soluble (FDS) e insoluble (FDI) en cereales y productos derivados de su procesamiento así como también en productos comerciales a base de cereales, que se encuentran en el mercado nacional y que son promocionados como fuente de fibra. Se empleó el método enzimático-gravimétrico de Prosky. Los resultados se expresaron como g/100g de producto. Se encontraron valores de FDT para cereales y productos derivados de su procesamiento en un rango de 1.18% y 89.10%, constituyendo los extremos el arroz pulido y el afrecho de maíz, respectivamente. Para los productos comerciales, el rango varió entre 3.73% para las galletas de arroz integral y ajonjolí y 34.96% para el cereal de desayuno All Bran. La FDI siempre dio valores mayores que la FDS. Basado en este hecho, se hizo una comparación entre los valores de FDI y los de Fibra Detergente Neutro (FDN) presentados en la Tabla de Composición de Alimentos de Venezuela y en la literatura, encontrándose que la FDI siempre da valores mayores que la FDN y los coeficientes de correlación (r) estadísticamente significativos a una $P < 0.05$ fueron 0.096 para los cereales y productos derivados de su procesamiento y 0.91 para los productos comerciales a base de cereales promovidos como fuente de fibra.

SUMMARY. Soluble and insoluble dietary fiber in cereals and processing by-products and commercial cereal products. In the following study, dietary fiber, insoluble (IDF), soluble (SDF) and total (TDF) were determined in cereals and by-products and in commercial cereals products which are found in the national market and promoted as a source of fiber. The Prosky's enzymatic-gravimetric method was used. Results were expressed as g/100g wet basis. Total dietary fiber in cereals and by-products showed a range from 1.18% (poshed rice) to 89.10% (corn bran). For the commercial cereal products, the TDF values varied from 3.73% (rice-sesame cookies) to 34.96% (Breakfast cereal named All Bran). The FDI values always were greater than the SDF values. Based on this fact, FDI values were compared with NDF (Neutral Detergent Fiber) values reported in the scientific literature and in the Venezuelan Food Composition Tables using a regression analysis. FDI values were always greater than NDF values and the correlation factor (r) was high and statistical significance to $P < 0.05$ for both food groups in study.

INTRODUCCION

La presencia de fibra dietética en los alimentos es de gran interés para los científicos que trabajan en el área de la salud y la nutrición, ya que se han reportado numerosos estudios epidemiológicos que relacionan el papel de la fibra en la dieta con desórdenes orgánicos, tales como: estreñimiento,

diverticulitis, cáncer de colon, obesidad, problemas cardiovasculares y diabetes. (1)

El término fibra dietética agrupa diversos componentes asociados con la pared celular de las plantas, y se puede expresar en forma de fibra dietética total (FDT), insoluble (FDI) y soluble (FDS), cuando se emplee alguno de los métodos enzimático-gravimétrico desarrollados, entre los cuales se encuentra el método oficial AOAC (2) (3).

La importancia de informar sobre el contenido de estas fracciones radica en el hecho de que los componentes asociados a cada una de ellas se le ha atribuido diferentes efectos fisiológicos y distintas propiedades físico-químicas; por lo tanto, es imperiosa la necesidad de disponer de esta informa-

1 Profesor Agregado, Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar.
2 Biología, Estudiante del Postgrado de Maestría en Ciencia de los Alimentos, Universidad Simón Bolívar.

ción para ser usada por los profesionales del área de la salud quienes hacen recomendaciones dietéticas de ingesta de fibra a fin de prevenir o mejorar algún trastorno fisiológico.

Adicionalmente, existe la necesidad de mejorar la información existente en las Tablas de Composición de Alimentos de América Latina, que en la mayoría de los casos contienen sólo valores de fibra cruda. En el caso particular de Venezuela, en la revisión más actualizada de la Tabla de Composición de Alimentos (4) aparecen únicamente valores de fibra insoluble (Fibra Detergente Neutro o FDN).

En este trabajo, el objetivo fue determinar FDT, FDI y FDS en cereales y en productos derivados de su procesamiento, que son empleados adicionalmente como ingredientes de una serie de alimentos industrializados, los cuales están en el mercado y son promocionados como fuente de fibra.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo con tres tipos de muestras cereales y productos derivados de su procesamiento y alimentos elaborados a base de cereales y promocionados como fuente de fibra.

Los cereales y los productos derivados de su procesamiento fueron en casi todos los casos donados por las siguientes empresas según fuera el cereal a analizar: REMAVENCA (maíz), Arrocera Las Mercedes (arroz) y Mocama (trigo). El resto de las muestras se adquirieron en supermercados del área capitalina. Se analizaron dos muestras de cada producto, tomadas en fechas distintas en un período de seis meses. Se reportan los valores promedios.

En todas las muestras analizadas se molió completamente el contenido del envase a una granulometría de 0.5 mm empleando un molino Arthur Thomas modelo 547-A. Seguidamente, se les determinó humedad a 70°C y 25 mm Hg. Aquellas muestras como la granola y el germen de maíz, cuyo contenido de grasa era mayor del 10%, fueron desgrasadas previamente con hexano en un aparato Soxhlet.

En el residuo seco, se procedió a hacer la determinación de fibra dietética insoluble (FDI) y soluble (FDS) empleando el método oficial AOAC (2) (3). La fibra dietética total (FDT) se calculó mediante la suma de los valores experimentales de FDI y FDS. Para la hidrólisis enzimática, se emplearon una α -amilasa termoestable, una proteasa y una amiloglucosidasa (Sigma Co., St. Louis, Mo.). Para la filtración, se usaron crisoles Pyrex de porosidad #2-C (ASTM 40-60) y celite libre de cenizas como ayudante de filtración. La determinación de proteínas de las muestras se hizo por Kjeldahl y la de cenizas por incineración en la mufla a 50°C. Los análisis se realizaron por duplicado para cada una de las muestras en estudio.

Los datos experimentales de Fibra Dietética Insoluble (FDI) fueron comparados y correlacionados estadísticamente con los datos de Fibra Detergente Neutro (FDN) publicados en la literatura usando Análisis de Regresión Lineal para un nivel de significancia de 0.05 (5).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1, se presenta el contenido de fibra en diferentes cereales y productos derivados de su procesamiento, los cuales contienen un porcentaje de FDT que varía entre 1.18% y 89.10% (base húmeda). El afrecho de maíz fue el producto con mayor contenido en FDT (89.10%), valor parecido al publicado por Anderson & Bridges (6) que fue de 85.19%. Resalta el alto valor del afrecho de trigo (44.36%), valor similar a lo publicado por Mongeau & Brassard (7) (48.4%) y Prosky, Asp, Schweizer y De Vries (3) (41.52%). También es importante destacar el valor elevado del afrecho de arroz, destinado a alimentación humana, con un excelente potencial no sólo como fuente de minerales y vitaminas (8) sino también como fuente de fibra (9). Además, cabe señalar en esta tabla, el predominio marcado de FDI sobre la FDS en los cereales y productos de la molienda, excepto en el caso de la cebada perlada en la que se obtuvo una relación aproximada de 2:1, lo cual permite considerarla como una buena fuente de fibra tanto insoluble como soluble. Para el arroz pulido también se encontró la misma relación pero con valores muy bajos por lo que no puede considerarse fuente de fibra. Prosky, Asp, Schweizer y De Vries (3) encontraron valores de 0.75% (FDI) y 0.19% (FDS), siendo la relación FDI:FDS de 4:1.

Con respecto a la avena en hojuelas, la relación FDI:FDS fue 1:4, igual a lo encontrado por Pak, Ayala, Vera, Pennacchiotti y Araya (10) para la variedad *Pony Baer* pero diferente a la variedad *Eva Baer*, cuya relación fue 1:2. En el trabajo de Prosky, Asp, Schweizer y De Vries (3), la relación fue de 1:1. El contenido de FDT para la avena en hojuelas (14.84%), fue mayor a lo presentado en otros trabajos previos: 11.7% (10), 7.1% (9) y 11.3% (3). Para el afrecho de avena, el valor obtenido de FDT de 18.96% fue comparable al señalado por Kahlon, Saunders, Chow, Chiu y Betschart (11) que es de 18.60%.

En la Tabla 2, se presentan valores de humedad, FDI, FDS y FDT de productos comerciales elaborados a base de cereales integrales o que llevan en su formulación productos de procesamiento de los cereales como aporte de fibra, circunstancia ésta que es usada para promocionarlos como fuente de ella. Se puede observar que los valores varían entre 3.73% para las galletas de arroz integral y ajonjolí y 34.98% para el cereal de desayuno All Bran. Este último valor es algo mayor al reportado por Frolich & Hestangen (30.74%) (12), como era de esperarse, los valores más altos corresponden a los cereales de desayuno elaborados con cereales integrales y otros ingredientes como pasas, almendras y maní (Ver Tabla 3), los cuales aumentan su aporte de fibra dietética total. Además, destacan los altos valores de FDT de la granola (11,31%) y de la cotufa (10.04%). El mañoco y el casabe son productos a base de yuca, por lo cual pareció interesante determinar su contenido de FDT (8.19% y 4.00%, respectivamente) por tratarse de alimentos sustitutos de productos a base de cereales (4).

TABLE 1
HUMEDAD Y FIBRA DIETETICA INSOLUBLE (FDI), SOLUBLE (FDS) Y TOTAL (FDT) DE
CEREALES Y PRODUCTOS DERIVADOS DE SU PROCESAMIENTO

| Producto | Humedad | g/100 g de producto | | |
|--------------------------------|---------|---------------------|-------|-------|
| | | FDI | FDS | FDT |
| Arroz integral | 12.20 | 5.20 | 0.83 | 6.03 |
| Arroz pulido | 10.60 | 0.79 | 0.39 | 1.18 |
| Afrecho de arroz | 8.80 | 26.66 | 2.28 | 28.94 |
| Harina precocida de arroz | 11.40 | 2.59 | 1.09 | 3.68 |
| Avena en hojuelas | 7.90 | 11.36 | 3.12 | 14.48 |
| Afrecho de avena | 3.80 | 16.11 | 2.85 | 18.96 |
| Harina de avena | 8.20 | 3.59 | 0.64 | 4.23 |
| Maíz amarillo integral | 11.35 | 17.65 | 1.84 | 19.49 |
| Maíz amarillo pilado | 11.95 | 6.73 | 0.82 | 7.55 |
| Maíz blanco pilado | 12.20 | 3.93 | 0.53 | 4.46 |
| Harina precocida maíz blanco | 10.10 | 1.77 | 0.65 | 2.42 |
| Harina precocida maíz amarillo | 11.25 | 3.24 | 0.88 | 4.12 |
| Germen desgrasado de maíz | 11.40 | 31.83 | 4.46 | 36.29 |
| Afrecho de maíz | 3.75 | 67.23 | 21.87 | 89.10 |
| Harina trigo (74% Extracción) | 10.10 | 2.02 | 0.19 | 2.21 |
| Harina de trigo integral | 12.00 | 19.31 | 0.10 | 19.41 |
| Germen tostado de trigo | 5.80 | 8.83 | 2.76 | 12.59 |
| Afrecho de trigo | 10.80 | 41.49 | 2.87 | 44.36 |
| Cebada perlada | 9.50 | 5.77 | 2.74 | 8.51 |
| Harina de cebada | 8.15 | 3.59 | 0.97 | 4.56 |

TABLE 2
HUMEDAD Y FIBRA DIETETICA INSOLUBLE (FDI), SOLUBLE (FDS) Y TOTAL (FDT) DE
PRODUCTOS COMERCIALES A BASE DE CEREALES

| Producto | Humedad | g/100 g de producto | | |
|------------------------------|---------|---------------------|------|-------|
| | | FDI | FDS | FDT |
| Galletas de arroz y ajonjolí | 8.35 | 2.30 | 0.93 | 3.73 |
| Galletas de avena | 3.50 | 4.19 | 0.23 | 4.42 |
| Galletas integrales dulces | 2.10 | 4.88 | 1.07 | 5.95 |
| Galletas integrales saladas | 3.03 | 4.61 | 0.32 | 4.93 |
| Pan integral | 36.57 | 4.90 | 0.09 | 4.99 |
| Pasta integral | 8.80 | 5.41 | 1.53 | 6.94 |
| Maíz Bran | 10.80 | 8.55 | 0.11 | 8.66 |
| Casabe | 11.70 | 3.39 | 0.70 | 4.09 |
| Mañoco | 9.40 | 5.78 | 2.40 | 8.18 |
| Cotufa | 7.90 | 6.60 | 3.44 | 10.04 |
| Arepa ligera | 11.30 | 14.94 | 0.12 | 5.06 |
| Granola | 5.50 | 10.30 | 0.83 | 11.13 |
| Corn flakes | 5.70 | 0.69 | 0.39 | 1.08 |
| Bran flakes | 4.60 | 15.43 | 0.69 | 16.12 |
| Raisin bran | 7.60 | 12.63 | 0.75 | 13.83 |
| Oat squares | 7.90 | 8.04 | 0.60 | 8.64 |
| All bran | 4.00 | 34.17 | 0.79 | 34.96 |
| Top form | 5.30 | 3.86 | 1.27 | 5.13 |
| Choco musli | 6.25 | 3.38 | 0.88 | 4.26 |
| Doble fibra | 10.85 | 4.61 | 1.50 | 6.11 |

TABLA 3
INGREDIENTES DE ALGUNOS PRODUCTOS COMERCIALES A BASE DE
CEREALES Y PROMOVIDOS COMO FUENTE DE FIBRA

| Producto | Ingredientes |
|------------------------------|--|
| Pan integral | Harina integral de trigo y manteca vegetal. |
| Pastas integrales | Harina de trigo integral y sémola. |
| Galletas integrales saladas | harina de trigo integral o afrecho de trigo, harina de trigo, malta, manteca vegetal, levadura y sal. |
| Galletas integrales dulces | Harina de trigo, harina de trigo integral, harina de maíz o arroz, azúcar, miel, manteca vegetal, jarabe de maíz, suero de leche, sal y leudantes. |
| Galletas de arroz y ajonjolí | Galletas crujientes de arroz integral y ajonjolí. |
| Galletas de avena | Harina de trigo, avena, huevos, azúcar y leudantes. |
| Granola | Avena, germen de trigo, afrecho de trigo, almendras, aceite de coco y suero de leche, mezclado con ayuda de melaza y horneados por pocos minutos. |
| Arepa ligera | Harina precocida de maíz blanco, afrecho y germen de trigo. |
| Mañoco | Torta de harina fermentada de yuca. Alimento indígena. |
| Casabe | Pan redondo, plano y delgado de harina de yuca. |
| Top form | Cereal de desayuno a base de maíz, avena, arroz, malta y melaza. |
| Choco musli | Cereal de desayuno a base de maíz, avena, arroz, frutas y chocolate. |
| All Bran | Cereal de desayuno a base de afrecho de trigo, jarabe de maíz, malta y sal. |
| Corn flakes | Cereal de desayuno a base de hojuelas de maíz, malta, sal y jarabe de maíz. |
| Oat squares | Cereal de desayuno a base de harina integral de avena y trigo, malta, melaza, sal. |
| Bran flakes | Cereal de desayuno a base de harina y afrecho de trigo, jarabe de maíz, malta, sal, azúcar. |
| Raisin Bran | Cereal de desayuno a base de afrecho de trigo, jarabe de maíz, pasas, azúcar, sal. |
| Doble fibra | Cereal mixto de avena, maíz y afrecho de trigo. |
| Maíz bran | Harina precocida de maíz blanco, afrecho de trigo y fibra de soya. |

En la Tabla 4, se muestra una comparación entre los datos de FDI por el método de Prosky (2) (3) y los de la Tabla de Composición de Alimentos publicada por INN (4) y otros publicados por Mongeau & Brassard (7) y Barber, Barber & Llacer, 1982 (13), los cuales son valores de fibra insoluble determinados por el método de Fibra Detergente Neutro (FDN) (14) para cereales y productos derivados de su procesamiento. Se pudo observar que en todo los casos el valor reportado como FDN es siempre menor que el encontrado como FDI. Al tratar de averiguar la posible correlación entre las dos metodologías, se encontró un alto valor de $r=0.98$, estadísticamente significativo a una $P<0.05$ y cuya recta de regresión es $Y=1.06X+4.03$ (Ver Figura 1).

TABLA 4
COMPARACION ENTRE FIBRA DIETETICA
INSOLUBLE (FDI) Y FIBRA
DETERGENTE NEUTRO (FDN) DE CEREALES Y
PRODUCTOS DERIVADOS DE SU PROCESAMIENTO

| Producto | g/100g de alimento | |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------|
| | FDI | FDN |
| Arroz integral | 5.20 | 4.40 ¹ |
| Arroz pulido | 1.30 | 1.20 ¹ |
| Afrecho de arroz | 26.70 | 15.50 ¹ |
| Avena de hojuelas | 11.40 | 5.60 ¹ |
| Afrecho de avena | 16.10 | 4.50 ¹ |
| Germen de maíz | 31.80 | 22.30 ² |
| Afrecho de maíz | 67.20 | 62.70 ² |
| Harina de trigo (74% extracción) | 2.00 | 1.97 ³ |
| Harina de trigo integral | 19.30 | 12.80 ³ |
| Germen tostado de trigo | 8.80 | 7.40 ³ |
| Afrecho de trigo | 41.50 | 35.00 ³ |
| Cebada perlada | 5.80 | 5.00 ¹ |

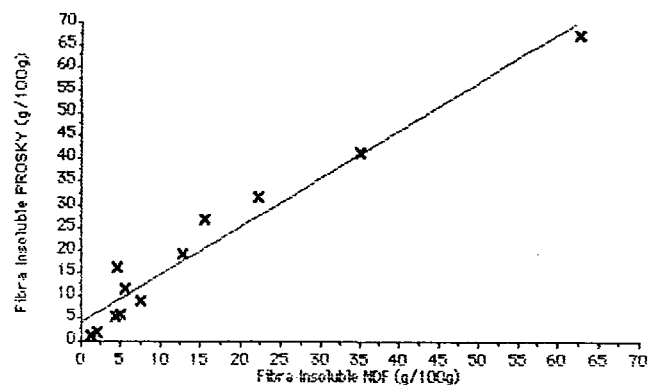
1 INN (1991)

2 Mongeau & Brassard (1982)

3 Barber, Barber & Llacer (1982)

FIGURA 1
Regresión lineal entre valores de fibra detergente
neutro (FDN) y fibra dietética insoluble (FDI)
de cereales y productos derivados
del procesamiento de cereales

$$Y = 1.06X + 4.03 \quad r = 0.98 \quad (p < 0.05)$$



En la Tabla 5, se presentan los valores de FDI determinados por el método de Prosky (2) (3) comparados con los de FDN presentados en INN (4) y Baker y Holden (15) para productos comerciales a base de cereales. Se observó que todas las muestras analizadas, a excepción de las galletas de arroz integral y ajonjolí y la cotufa, el valor de FDI es mayor que el valor de FDN. A pesar de ello, el valor de la correlación fue alto ($r=0.91$) y estadísticamente significativo a una $P<0.05$, cuya recta de regresión es $Y=1.13X+0.80$ (Ver Figura 2). De aquí, se puede concluir que aunque la determinación de FDN subestima los valores de fibra insoluble, a mayor valor de FDN, mayor valor de FDI determinado según la metodología oficial.

Los resultados presentados en este trabajo permitirán tener una información más completa sobre el aporte de fibra dietética total, insoluble y soluble de cereales y productos elaborados a base de ellos, con el fin de poder ser utilizados en la planificación de las dietas.

TABLA 5
COMPARACION ENTRE FIBRA DIETETICA INSOLU-
BLE (FDI) Y FIBRA DETERGENTE NEUTRO (FDN) DE
PRODUCTOS COMERCIALES A BASE DE CEREALES

| Producto | g/100g de alimento | |
|------------------------------|--------------------|--------------------|
| | FDI | FDN |
| Galletas de arroz y ajonjolí | 2.30 | 2.40 ¹ |
| Galletas de avena | 4.20 | 3.50 ¹ |
| Galletas integrales dulces | 4.90 | 1.90 ¹ |
| Galletas integrales saladas | 4.60 | 3.30 ¹ |
| Pan integral | 4.90 | 3.60 ¹ |
| Pasta integral | 5.40 | 4.30 ¹ |
| Casabe | 3.40 | 3.70 ¹ |
| Mañoco | 5.80 | 4.30 ¹ |
| Cotufa | 6.60 | 12.10 ¹ |
| Arepa ligera | 4.90 | 4.10 ¹ |
| Granola | 10.30 | 8.40 ² |
| Corn flakes | 0.70 | 0.50 ² |
| Bran flakes | 15.40 | 13.70 ² |
| Raisin bran | 12.60 | 9.40 ² |
| Oat squares | 8.00 | 7.60 ² |
| All bran | 34.20 | 28.00 ² |
| Top form | 3.86 | 2.62 ¹ |
| Choco musli | 3.38 | 2.36 ¹ |

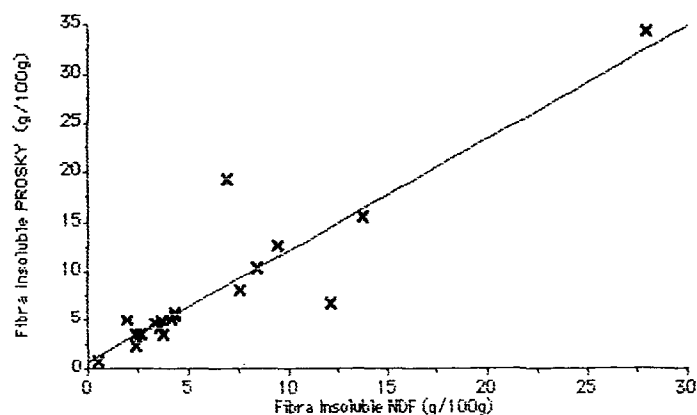
1 INN (191)

2 Baker & Holden (1981)

FIGURA 2

Regresión lineal entre valores de fibra detergente neutro (FDN) y fibra dietética insoluble (FDI) de productos comerciales a base de cereales, promocionados como fuente de fibra

$$Y = 1.13X + 0.80 \quad r = 0.91 \quad (p < 0.05)$$



REFERENCIAS

- Roth, H.P. & Nehlman, M.A. The role of dietary fiber in health. *Am J Clin Nutr.* 31:1-290, 1978.
- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemistry. *Official Methods of Analysis 15th ed.* Washington, D.C. The Association. 1988.
- Prosky L., Asp N., Schweizer T & J. DeVries. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. *J Assoc. Anal Chem* 7:1017-1023, 1988.
- I.N.N. Instituto Nacional de Nutrición. *Tabla de Composición de Alimentos para uso práctico.* Publicación N° 47. Serie de Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela, 1991.
- Steel, R.G & J Torrie. *Bioestadística: Principios y procedimientos.* Primer edición Mc Graw Hill. Bogotá, Colombia 1985.
- Anderson, J & S. Bridges. Dietary fiber content of selected foods. *Am J Clin Nutr* 47:440-447, 1988.
- Mongeau, R. & R. Brassard. A rapid method for the determination of soluble and insoluble dietary fiber: comparison with AOAC total dietary procedure and Englyst's method. *J Food Sci* 51(5):1333-1336, 1986.
- Barber, S & C.B. de Barber. Rice Production and Utilization. Ch 12, in «Rice Bran: Chemistry and Technology». The AVI Publ. Company., Inc. Westport, U.S.A. 1980.
- Sangronis, E. y M. Sancio. Desarrollo y caracterización de galletas dulces a base de salvado de arroz. *Acta Científica Venezolana* 41(3):199-202, 1991.
- Pak, N., Ayala, C., Vera, G. Pennacchiotti, I, y H. Araya. Fibra dietética soluble e insoluble en cereales y leguminosas cultivadas en Chile. *Arch. Latin Nutr* 40:440-451. 1990.
- Kahlon T.S., Saunders R.M.; Chow F.I., Chiu M.M. & A.A. Berschart. Influence of rice bran, oat bran and wheat bran on cholesterol and triglycerides in hamster. *Cereal chem* 67:439-442, 1990.
- Frolich W. & B. Nestaugen. Dietary fiber content of different cereal products in Norway. *Cereal Chem* 60:82-83, 1983.
- Barber S., Barber C.B. y M.J.D. Llacer. Componentes de la fibra dietética en trigo, harina y salvado. *Rev. Agroquim. Tecnol Aliment.* 22(3):431-440, 1982.
- A.A.C.C. American Association of Cereal Chemists. *Laboratory Methods INC.* St Paul, Minnesota. 1982.
- Baker D. & J M Holdern. Fiber in breakfast cereals. *J Food Sci.* 46:396-398, 1981.

Recibido: 02-10-1992

Aceptado: 05-04-1993

Estudio de la composición química de 6 plantas no convencionales del Estado de Oaxaca, México, como recursos potenciales en la alimentación animal

Arellano M.L., Carranco J.M., Pérez-Gil R.F., Hernández P.E., Partida I.H., Ripoll S.H.

Instituto Nacional de la Nutrición «Salvador Zubirán». México, D.F.

RESUMEN. Se analizó la composición química y digestibilidad *in vitro* de hojas y tallos de *Polymnia maculata*, *Trigonospermum annuum*, *Buddleia parviflora* Kunt., *Canna indica* L. *Gnaphalium oxyphyllum* y *Saurauia scabrida* Hensl., seleccionadas a base de información recopilada en el campo, para conocer su potencial en la alimentación animal.

Los resultados en base seca fueron: Proteína cruda (%): Go y Ss 10.9, Bp 16.7, Ci 18.2, Pm 11.7 y Ta 11.3. Paredes celulares (%): Go 54.1, Ss 52.3, Ci 54.4, Bp 68.3, Pm 27.8 y Ta 30.9. Lignina (%): Go y Ss 16.6, Ci 15.5, Bp 10.4, Pm 10.6 y Ta 13.3. Digestibilidad *in vitro* de materia seca (%): Go 55.1, Ss 37.6, Ci 55.4, Bp 46.5, Pm 82.4. Calcio y fósforo (mg/100g) respectivamente: Go 1095 y 379, Ss 1132 y 387, Ci 600 y 421, Bp 800 y 855, Pm 1146 y 421 y Ta 905 y 480. Acido tánico (mg/100g): Go 1450, Ss 1480, Bp 575, Ci 518, Pm 3329 y Ta 2760. Inhibidor de tripsina (UIT/g): Go 22264, Ss 29720, Bp 755, Ci 4228, Pm 931 y Ta 4412. Se detectaron hemaglutininas en Pm y Ta. Alcaloides en escasa cantidad en Bp, Ci y Pm, moderada en Ta. No se detectaron saponinas ni glucósidos cianogénicos.

Se concluye que Pm y Ta son más factibles como forraje para ruminantes; Go, Bp y Ci como complemento. Se recomiendan pruebas de consumo voluntario, digestibilidad *in vitro* y ganancia de peso.

SUMMARY Study on the chemical composition of 6 non-conventional plants to Oaxaca, Mexico, as potential resources for animal feeding. Characteristics and distribution of six plants are described. The chemical composition and *in vitro* digestibility of leaf and stem of *Polymnia maculata*, *Trigonospermum annuum*, *Buddleia parviflora* Kunt., *Canna indica* L. *Gnaphalium oxyphyllum* y *Saurauia scabrida* Hensl., selected for farmers information, were analysed as a potential resources in animal feeding.

The results in dry matter: Crude protein (%): Go and Ss 10.9, Bp 16.7, Pm 11.7 and Ta 11.3. Cell wall (%): Go 54.1, Ss 52.3, Ci 54.4, Bp 68.3, Pm 27.8 and Ta 30.9. Lignin (%): Go and Ss 16.6, Ci 15.5, Bp 10.4, Pm 10.6 and Ta 13.3. *In vitro* dry matter digestibility (%): Go 55.1, Ss 37.6, Ci 55.4, Bp 46.5, Pm 82.4 and Ta 81.4. Calcium and phosphorus (mg/100g) respectively: Go 1095 and 379, Ss 1132 and 387, Ci 600 and 421, Bp 800 and 855, Pm 1146 and 421 and Ta 905 and 480. Tannic acid (mg/100g): Go 1450, Ss 1480, Bp 575, Ci 518, Pm 3329 and Ta 2760. Trypsin inhibitor (UIT/g): Go 22264, Ss 29720, Bp 755, Ci 4228, Pm 931 and Ta 4412. Hemmaglutinins were detected in Pm and Ta. Alkaloids were detected as scarce in Bp, Ci and Pm, moderate in Ta. Saponins and Cyanogenic glucosides were not detected.

It is concluded that Pm and Ta could be considered as a forage for ruminants; Go, Bp and Ci as a complement; recommended the voluntary intake, *in vivo* digestibility and weight increase trials.

INTRODUCCION

La producción de alimentos no convencionales es un área de investigación y desarrollo de importancia, no sólo para México, sino también a nivel mundial, debido a la ya conocida crisis de alimentos y a la limitación de la agricultura para satisfacer la alta demanda de productos básicos (1).

Gran parte de estos recursos naturales requieren ser estudiados en sus aspectos fitoquímicos, nutricionales, de disponibilidad, distribución, cultivo y posible producción para su

utilización en la alimentación animal; disminuyendo el costo de ésta y en consecuencia abaratando el de la proteína de origen animal, para beneficio de la alimentación humana.

El clima tan variado que posee la República Mexicana, es un arma valiosísima que hace posible tener una gran diversidad de recursos alimenticios vegetales, haciendo posible su estudio, con diferentes enfoques, enriqueciendo así la información que se tenga sobre éstas y, por lo tanto, mejorando así su aprovechamiento. Debido a tal riqueza de condiciones ambientales, dichas variedades nativas son las que deberían constituir la

fuente de variación genética para el futuro fitomejoramiento (2). Por estas razones, se tiene la necesidad de estudiar estos recursos no convencionales y encontrar nuevas posibilidades de alimentación para animales.

Con el fin de introducir la mayor parte de estas especies vegetales al desarrollo del país, la presente investigación propuso a 6 especies vegetales no convencionales, localizadas en la altiplanicie de la Sierra Madre del Estado de Oaxaca, México: *Polymnia maculata* (Pm); *Trigonospermum annuum* (Ta); *Buddleia parviflora* Kunth. (Bp); *Canna indica* L. (Ci); *Gnaphalium oxiphyllum* (Go) y *Saurauia scabrada* Hensl. (Ss).

Polymnia maculata, *Trigonospermum annuum* y *Gnaphalium oxiphyllum* pertenecen a la familia de las Compositae. Se caracterizan por encontrarse como maleza, algunas veces entre bosques de pinos o encinos (3,4).

Buddleia parviflora Kunt., corresponde a la familia Loganiaceae, formada por árboles, arbustos, hierbas y trepadoras (3,5).

Canna indica L., pertenece a la familia Cannaceae, constituida por hierbas erectas largas y muy frondosas (3,6).

Saurauia scabrada Hensl., de la familia Dilleniaceae, está compuesta por árboles que llegan a medir hasta 15 metros de altura y cuya corteza es muy fragante (7).

El objetivo de esta investigación fue enfocar las 6 especies no convencionales, como recursos potenciales en la alimentación animal, determinando su composición química, constituyentes tóxicos, minerales y digestibilidad *in vitro* de materia seca.

MATERIAL Y METODOS

Las plantas Pm, Ta, Bp y Ci se colectaron en etapa de prefloración y Ss y Go en etapa de floración. Todas se recolectaron en Totontepec, Sierra de Juárez, Estado de Oaxaca, México; según informes de los pobladores de esta región, son consumidas por diferentes especies animales, principalmente rumiantes.

Las características de la zona de colecta son: sus coordenadas con respecto al meridiano de Greenwich 17° latitud norte y 96° latitud oeste (8).

Debido a su ubicación en la alta montaña (Figura 1), esta Sierra de Juárez tiene clima templado húmedo con marcadas diferencias de temperatura entre el día y la noche. La máxima temperatura es de 25.8 °C y la mínima de 0 °C. Las precipitaciones pluviales son muy abundantes, con una prolongada estación de lluvias que inicia en mayo y dura hasta febrero. Debido a la humedad y al clima templado, predomina el bosque mixto de pino-encino, aun muy conservado en esta parte de la Sierra, a pesar del sistema de cultivo de roza y quema que sistemáticamente está destruyendo la vegetación (8).

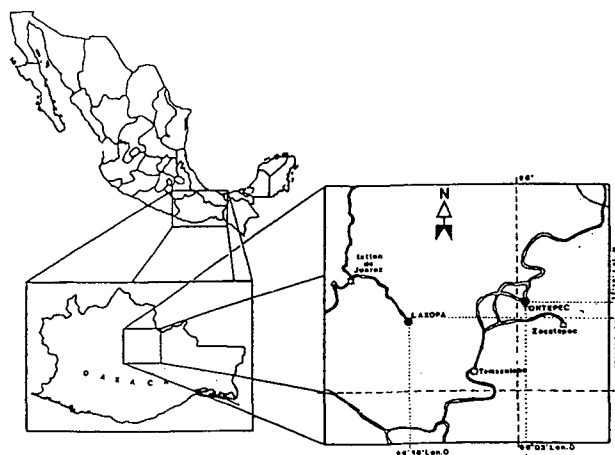
Una vez colectados los ejemplares, se trasladaron a la Ciudad de México para su análisis. Se realizó una limpieza manual, separando hojas y pequeños tallos, que fueron los

utilizados para el estudio. Se secaron en estufa a 50 °C por 72 horas. A continuación se molieron en un molino de cuchillas provisto de una malla de 1 mm de diámetro y se procedió a su análisis.

Proteína cruda, fibra cruda, cenizas, humedad, extracto etéreo, ácido tánico, fósforo y glucósidos cianogénicos por los métodos descritos por A.O.A.C. (9); alcaloides por el método cualitativo de Weeb (10); saponinas por el método cualitativo de Monroe, et al. (11); hemaglutininas método de Kakade et al. (13); hierro y calcio por espectrofotometría de absorción atómica (14); fracciones de fibra, método de Van Soest (15,16) y Van Soest and Wine (17) y digestibilidad *in vitro* de materia seca por el método de Tilley y Terry modificado por Barnes (18).

Se reportan media y desviación estándar de 10 repeticiones.

FIGURA 1
Localización de la zona de colecta
de las 6 especies autóctonas



Fuente: SAHOP, 1982
S.A.H.O.P. (Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas). 1982.
Carreteras de Oaxaca. Mapa 1:80.000

RESULTADOS Y DISCUSION

En las Tablas 1, 2, 3 y 4 de resultados, se observan diferencias entre las 6 especies de plantas, para todos los parámetros estudiados, hecho de fácil explicación si se tiene en cuenta de que se trata de especies sin domesticar y con una variabilidad intraespecífica, incluso entre individuos de una misma población y familia.

Los datos obtenidos de las muestras recolectadas en los estados fenológicos de prefloración y floración, muestran que estos estudios influyen en sus contenidos de composición química. Así, en la Tabla 1 se observa que el contenido de proteína cruda pasa de un rango de 10.9 para Ss y Go, las cuales por estar en estado de floración, ya concentraron esta proteína en sus flores; hasta 25.9 para Ta y 25.1 para Pm, siendo estas últimas las que mayor cantidad de proteína cruda aportarían.

En cuanto a fibra cruda, Pm y Ta son las que presentaron menor contenido. Respecto a los componentes de fibra (Tabla 2) las que presentaron menor contenido de lignina fueron Ci y Pm; siendo Ss y Go las más lignificadas. El mayor aporte de

celulosa lo proporcionaron Bp y Ss. Llama la atención el gran contenido celular de Pm y Ta que puede explicar la alta digestibilidad *in vitro* de materia seca que representaron éstas.

TABLA 1
ANÁLISIS QUÍMICO APROXIMADO DE HARINA DE HOJAS Y TALLOS DE 6 PLANTAS NO CONVENCIONALES DEL ESTADO DE OAXACA

| | g/100g | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------------|
| | <i>Polymnia maculata</i> | <i>Trigonospermum annuum</i> | <i>Buddleia parviflora</i> | <i>Canna indica</i> | <i>Saurauia scabrida</i> | <i>Gnaphalium oxyphyllum</i> |
| Materia seca | 92.56 ±0.26 | 92.32 ±0.32 | 92.31 ±0.09 | 93.27 ±0.17 | 93.37 ±0.11 | 92.25 ±0.11 |
| Cenizas | 11.73 ±0.18 | 12.94 ±0.19 | 7.26 ±0.05 | 13.63 ±0.20 | 8.29 ±0.08 | 12.27 ±0.08 |
| Proteína Cruda | 25.11 ±0.19 | 25.96 ±0.17 | 16.66 ±0.24 | 18.33 ±0.18 | 10.95 ±0.24 | 10.95 ±0.14 |
| Extracto Etéreo | 2.97 ±0.07 | 1.60 ±0.06 | 1.21 ±0.07 | 2.23 ±0.15 | 4.68 ±0.23 | 7.05 -0.36 |
| Fibra Cruda | 11.70 ±0.50 | 11.30 ±0.38 | 19.20 ±0.20 | 18.24 ±0.18 | 20.37 ±0.51 | 21.91 ±0.35 |
| Extracto Libre de Nitrógeno 1/ | 48.48 ±0.23 | 48.20 ±0.20 | 55.16 ±0.59 | 47.55 ±0.59 | 55.72 ±0.25 | 47.82 ±0.44 |

1/ Por diferencia

TABLA 2
FRACCIONES DE FIBRA Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE MATERIA SECA DE HARINA DE HOJAS Y TALLOS DE 6 PLANTAS NO CONVENCIONALES DEL ESTADO DE OAXACA

| | g/100g | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------------|
| | <i>Polymnia maculata</i> | <i>Trigonospermum annuum</i> | <i>Buddleia parviflora</i> | <i>Canna indica</i> | <i>Saurauia scabrida</i> | <i>Gnaphalium oxyphyllum</i> |
| Paredes Celulares | 27.82 ±0.19 | 30.93 ±0.12 | 54.42 ±0.25 | 68.33 ±0.88 | 52.35 ±0.48 | 54.09 ±0.41 |
| Contenido Celular | 71.31 ±0.28 | 69.47 ±0.43 | 45.58 ±0.25 | 31.84 ±0.33 | 47.65 ±0.48 | 45.91 ±0.41 |
| Lignina | 10.60 ±0.35 | 13.28 ±0.15 | 15.53 ±0.26 | 10.41 ±0.28 | 16.60 ±0.40 | 16.63 ±0.39 |
| Hemicelulosa | 3.87 ±0.22 | 6.18 ±0.44 | 8.00 ±0.41 | 32.87 ±0.53 | 2.99 ±0.30 | 2.14 ±0.19 |
| Celulosa | 12.47 ±0.55 | 10.55 ±0.10 | 30.60 ±0.27 | 23.30 ±0.34 | 27.19 ±0.36 | 26.85 ±0.47 |
| Digestibilidad <i>in vitro</i> | 82.37 ±1.95 | 81.40 ±1.94 | 55.45 ±1.97 | 46.55 ±1.82 | 37.60 ±0.42 | 55.07 ±0.38 |

En cuanto al contenido de los factores tóxicos analizados (Tabla 3), no se detectaron glucósidos cianogénicos, saponinas ni hemaglutininas en ninguna de las 6 especies. Los alcaloides se detectaron en forma moderada en Pm, Ta y Bp. El ácido tánico se detectó en cantidades mínimas y el inhibidor de tripsina se detectó en cantidades considerables para Ss con 29,720.8 UIT/g y en Go con 22,264.2 UIT/g. En experimentos con animales (principalmente en ratas) no se detectaron altera-

ciones en páncreas y absorción de proteínas en cantidades no mayores a 14,060 UIT/g (19, 20); sin embargo, hay que considerar que en rumiantes no se han descrito niveles críticos.

Con respecto a los minerales (Tabla 4), los requerimientos para animales varían de acuerdo a la edad, sexo, raza, trabajo destinado, etc., a la cual están sujetas las cantidades de microelementos que necesitan.

TABLA 3
FACTORES TOXICOS EN LAS HARINAS DE HOJAS Y TALLOS DE 6 PLANTAS NO CONVENCIONALES DEL ESTADO DE OAXACA

| | <i>Polymnia maculata</i> | <i>Trigonospermum annum</i> | <i>Budleia parviflora</i> | <i>Canna indica</i> | <i>Saurauia scabrida</i> | <i>Gnaphalium oxyphyllum</i> |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------------|
| Glucosidos Cianogénicos | — | — | — | — | — | — |
| Saponinas | — | — | — | — | — | — |
| Hemaglutininas | — | — | — | — | — | — |
| Factor Antitripsico 1/ | 931.6 | 4412.0 | 755.0 | 4228.0 | 29,720.8 | 22,264.2 |
| Acido tánico (mg/100g) | 3329.0 | 2760.0 | 575.3 | 518.7 | 1480.0 | 1450.0 |
| Alcaloides 2/ | | | | | | |
| Reactivo Mayer | — | — | + | — | — | — |
| Reactivo Dragendorf ++ | — | ++ | ++ | + | — | — |
| Reactivo Sonneschein++ | — | ++ | — | — | — | — |
| Reactivo Wagner ++ | ++ | ++ | — | + | — | — |

1/ TIU= Unidades de inhibidor de tripsina

2/ Escala= (-) no detectado; (+) escaso; (++) moderado; (+++) abundante

TABLA 4
CONTENIDO DE MINERALES EN LAS HARINAS DE HOJAS Y TALLOS DE 6 PLANTAS NO CONVENCIONALES DEL ESTADO DE OAXACA

| | mg/100g | | | | | |
|---------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------------|
| | <i>Polymnia maculata</i> | <i>Trigonospermum annum</i> | <i>Budleia parviflora</i> | <i>Canna indica</i> | <i>Saurauia scabrida</i> | <i>Gnaphalium oxyphyllum</i> |
| Hierro | 17.9 | 12.9 | 16.6 | 27.5 | 26.0 | 40.0 |
| Calcio | 1146.5 | 905.5 | 600.0 | 800.0 | 113.2 | 109.5 |
| Fósforo | 420.8 | 479.8 | 421.0 | 855.0 | 387.0 | 379.0 |

Por lo tanto, se puede concluir que las 6 plantas no convencionales estudiadas, se pueden aprovechar en la alimentación para rumiantes como complemento de otros forrajes. Se recomienda continuar con más investigaciones, realizando análisis para detectar en que etapa fenológica se aporta el óptimo de nutrimentos para posteriormente realizar pruebas de comportamiento animal (consumo voluntario, digestibilidad *in vivo*, ganancia de peso, etc.).

REFERENCIAS

1. Olgún D.E. Producción de alimentos no convencionales para consumo animal. En: Quintero R. comp. prospectiva de la biotecnología en México. Fundación Javier Barrosa Sierra. CONACYT. Mexico. pp149-173, 1985.
2. Caballero J. Recursos comestibles potenciales. En: Seminario sobre la alimentación en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. pp 114-125. 1984.
3. Rzedowsky Y. compositae. En: Rzedowsky J. y G.C. Rzedowsky (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. 11 Dicotyledoneae. Instituto de Ecología. Instituto Politécnico Nacional. Escuela nacional de Ciencias biológicas. México, 1985.
4. Espinoza G.F. Notas taxonómicas y observaciones sobre algunas especies mexicanas de *Gnaphalium oxyphyllum* (Compositae). Boletín de la Sociedad Botánica de México. 45:18. 1983.
5. Heywood V.R. Las plantas con flores. Ed. Reverté. pp 218-219, 1982.
6. Jiménez Cannaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 11. Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos bióticos (INIREB). Jalapa, Ver, pp 10. México 1980.
7. Hunter G.E. Revision of Mexican and Central American *Saurauia* (Dilleniaceae). Annals of the Missouri Botanical Garden. 53(11):58. 1966.
8. Ramer M.Z. Comunidad, Migración y Desarrollo. El caso de los mixes de Totontepec. Instituto Nacional Indigenista. México. pp 29-30. 1976.
9. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 14th ed. Association of Analytical Chemists. Washington, D.C. 1984.
10. Weeb L.J. An Australian phytochemical survey in alkaloids and cyanogenetic compounds in Queensland plants, Melbourne, Bol. 241: 18-21. 1979.
11. Monroe E.E., Wall E., Rolland M.L. Detection and estimation of esteroidal sapogenins in plant tissue. Annal. Chem. 8(24): 1337-1341. 1952.
12. Jaffé W.G. Hemagglutinins. In: Toxic constituents of plant feedstuffs. Academic Press. New York pp 73-370. 1980.
13. Kakade M.L., Rackis J.J. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: a collaborative analysis. An improved Procedure. Cereal Chem. 51(3):376-382. 1974.
14. Perkin-Elmer. Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Connecticut. pp 6-8. 1982.
15. Van Soest D.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. A rapid method for the determination of fiber and lignin J. Assoc. Offic. Agric. Chem. 46: 829-835. 1963.
16. Van Soest D.J. Use of detergent in the analysis of fibrous feed IV. Determination of plant-cell-wall constituents. J. Assoc. Offic. Agric. Chem. 50:50-55. 1967.
17. Van Soest D.J. and Wine R.H. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. J. Assoc. Offic. Agric. Chem. 51:780-785. 1968.
18. Barnes R.T. Collaborative Research with the Two Stage in Vitro Technique. Proc. National Conference on Forage Evaluation and Utilization. Lincoln, Nebraska. 1969.
19. Huisman J., Poel A.F.B. van der, Verstegen M.W.A. and Weerden E.J. van. Antinutritional factors (ANF) in pig nutrition. World Review of Animal Production. 25(2) 4,7:78-82. 1990.
20. Huiman J. and Tolman G.H. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. In: Recent advances in animal nutrition-1992 [edited by Garnsworthy, Heinemann] Ltd. (1992) 3-31 ISBN 0-7506-0714-9. 1992.

Recibido: 29-07-1992

Aceptado: 19-10-1993

Notas

X Congreso Latinoamericano de Nutrición "Dr. José María Bengoa". El Comité Organizador del X Congreso Latinoamericano de Nutrición invita a sus miembros, a toda la comunidad científica latinoamericana y a los estudiantes del área alimentaria y nutricional, a participar en nuestro máximo evento científico.

Se efectuarán actividades pre-congreso tales como: Taller sobre Nutrición en Areas Urbanas y una reunión de expertos sobre Crecimiento y Nutrición en Latinoamérica.

El evento incluirá conferencias, simposios, mesas redondas, trabajos libres y carteles sobre: Soberanía Alimentaria, Composición Corporal, Vigilancia Alimentaria y Nutricional, Nutrición Clínica, Tecnología de Alimentos, Educación en Nutrición, Bioquímica Nutricional, Consumo de Alimentos, Inmunología y Nutrición, Alimentación Institucional, Antropometría Nutricional, Antropología Nutricional, Nutrición y Crecimiento, Nutrición y Sistema Nervioso, Nutrición y Salud Pública.

INFORMACION GENERAL

Fecha:

14 al 18 de Noviembre de 1994.

Sede del Congreso:

Hotel Caracas Hilton. Caracas, Venezuela..

Idiomas Oficiales: Español, Portugués e Inglés.

GUIAS PARA LOS RESUMENES

- Los resúmenes deben basarse en investigaciones básicas, clínicas o en el área de salud pública y contener información objetiva para que los revisores puedan realizar una apreciación justa y significativa.
- Los resúmenes deben ser recibidos en la sede de SLAN a más tardar el 31 de Mayo de 1994. Los recibidos después de esta fecha no serán tomados en cuenta.

Sólo se considerarán para presentación y financiamiento aquellos resúmenes que vengan acompañados de cheque por US\$ 20,00.

Pagos:

Los participantes del extranjero deberán cancelar los gastos de inscripción, trabajos libres y adelanto por reservación de hotel, mediante cheque de gerencia en dólares americanos a nombre de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Los participantes del país sede podrán cubrir los gastos en moneda nacional (Bolívares).

| Inscripción | Antes 31-05-94 | Antes 31-08-94 | En Evento |
|---|-------------------|-------------------|-----------|
| Socio de SLAN | US\$ 100 | US\$ 125 | US\$ 150 |
| No Socios SLAN | US\$ 150 | US\$ 175 | US\$ 200 |
| Estudiante de Pre y Postgrado (previa constancia) | US\$ 80 | US\$ 100 | US\$ 125 |
| Acompañantes | US\$ 80 | US\$ 80 | US\$ 80 |

Cheques a nombre de:

Sociedad Latinoamericana de Nutrición.

Dirigir la correspondencia a:

EVINCA: Edif. VAM, Entrada Este. Ofic. 6-4. Av. Andrés Bello. Caracas, Venezuela.
Tel.: 58 2 573-3843/ 58 2 576-0418. Fax: 58 2 573-0610.

Información para los autores

A. CONTRIBUCIONES A LA REVISTA

La Revista publica Editoriales, Artículos Generales, Trabajos de Investigación y de Nutrición Aplicada, y Cartas al Editor. Para su aceptación, las diversas contribuciones deben tratar temas de nutrición humana o animal, ciencia y tecnología de alimentos, factores socioeconómicos, de orden antropológico o cultural, relacionados con la nutrición humana.

1. Los *Artículos Generales* son revisiones críticas sobre algún tema de interés en el campo de la nutrición y ciencias afines, o discusiones generales que contengan criterios propios o recomendaciones de aplicación práctica, debidamente respaldadas por argumentos válidos.
2. Los *Trabajos de Investigación* se refieren a los resultados de estudios de experimentación llevados a cabo hasta el punto que permite la deducción de conclusiones válidas.
3. Los *Trabajos de Nutrición Aplicada* conciernen a la implementación de medidas basadas en la investigación, cuya finalidad es mejorar el estado nutricional de las poblaciones.
4. Las *Cartas al Editor* son notas cortas, de un máximo de 3 páginas, sobre temas de interés general u observaciones o críticas sobre alguna contribución publicada en la Revista.

B. NORMAS PARA LA ELABORACION DE MANUSCRITOS

1. Las contribuciones deben ser en papel tamaño carta, a máquina y a doble espacio. Se sugiere un máximo de 20 cuartillas.
2. Los trabajos por triplicado serán remitidos a los Editores de la revista, después de haber sido cuidadosamente revisados por el autor.
3. Los manuscritos pueden ser redactados en español, inglés, portugués y francés según la preferencia del autor.
4. No se aceptarán trabajos que, a juicio de los Editores, ocupen un espacio desproporcionado.

C. ORGANIZACION DEL MANUSCRITO

Se recomienda organizar cada manuscrito como sigue:

1. Título

La primera página del manuscrito debe contener el título completo del trabajo en mayúsculas, nombre completo y apellido del autor, institución de origen con letras iniciales mayúsculas y el resto en minúscula. (En la página siguiente debe indicarse el cargo que cada autor desempeña, identificándolos debidamente).

2. Resumen en el idioma original del artículo

Este debe ser informativo, presentado en hoja separada del texto, y preparado en forma clara y concisa para el lector que no ha leído el texto del artículo. Debe especificar también el propósito, método, resultados importantes y principales conclusiones.

3. Introducción

Debe indicar claramente el objetivo o hipótesis de la investigación y sus relaciones con la nutrición y otros trabajos existentes, evitándose largas revisiones bibliográficas.

4. Material y Métodos

La descripción de los materiales debe hacerse en forma concisa. Cuando las técnicas o procedimientos utilizados hayan sido publicados, deberán mencionarse, e incluir sólo los detalles de técnica que representan modificaciones substancias del procedimiento original. Cuando se utilicen términos locales o regionalismos, éstos deberán ser aclarados mediante su denominación científica o de su uso general.

5. Resultados

Estos se presentarán en lo posible en Tablas y/o Gráficas que serán respaldadas por cálculos estadísticos, evitando la repetición de datos y seleccionando la forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de los resultados. Si hubiera subdivisiones ellas se encabezarán con un subtítulo.

- a) Las gráficas e ilustraciones deberán ser presentadas en fotografías de papel brillante, no montadas, y llevar el nombre del autor y el número correspondiente en el dorso. Cuando sea necesario deberá señalarse la parte superior e inferior de la gráfica.
- b) En caso de dibujos o esquemas, éstos serán realizados en tinta negra en papel de buena calidad. La ubicación de cada gráfica deberá indicarse, a lápiz, al margen del texto marginal. Los símbolos deberán especificarse en la propia gráfica.
- c) Los ejes (coordenadas) de las ilustraciones deben tener una indicación clave del fenómeno que representan, así como de las unidades de medida.
- d) Cada gráfica o ilustración deberá identificarse con la leyenda respectiva y contar con los datos imprescindibles para su interpretación.
- e) Las tablas deben numerarse según su orden de presentación en el texto y se entregarán en hojas aparte.
- f) Cada tabla debe contener un breve título que indique claramente su contenido. Las aclaraciones a las tablas deben hacerse mediante notas al pie, y se identificarán con letras minúsculas consecutivas colocadas como post-fijo superior en la cifra o valor correspondiente. Los encabezamientos de las columnas deben ser cortos o abreviados, incluyéndose, en nota al pie, una aclaración en caso necesario. Las líneas horizontales deben reducirse al mínimo y nunca usar las verticales.
- g) En cada columna se indicará claramente la medida usada por ej. mg/g, etc. Para concentraciones no se debe usar la expresión % sino, por ej. g/100 ó mg/100 ml. Se deben indicar con claridad todas las pruebas estadísticas usadas. Las tablas deben tener toda la información necesaria para su interpretación.
- h) No debe presentarse simultáneamente el mismo material experimental en forma de tablas y gráfica.

6. *Discusión*

Debe ser breve y restringirse a los hechos significativos del trabajo. Es recomendable usar subtítulos en las diversas secciones del manuscrito, indicando las diferentes materias tratadas. En caso que, a juicio de los autores, la naturaleza del trabajo lo permita, puede hacerse una discusión de los resultados inmediatamente después de su expresión, bajo el título general de **Resultados y Discusión**. Lo expresado en los incisos a) y h) en la sección precedente, aplican igualmente a esta sección.

7. *Resumen en inglés*

Todo trabajo deberá acompañarse de un resumen en inglés, si el trabajo original fuese en español, portugués o francés. El título del trabajo también debe redactarse en inglés. Si el trabajo original es en inglés, el resumen debe presentarse en español, así como el título del trabajo también en este idioma.

8. *Agradecimiento (si lo hubiere)*

9. *Citas bibliográficas y Referencias bibliográficas*

Las citas bibliográficas se indican con números arábigos en el texto, entre paréntesis y por orden de aparición, no por orden alfabético de autores.

Para la sección Referencias bibliográficas, al final del trabajo, se aplican las mismas normas y serán presentadas de acuerdo a los siguientes ejemplos:

- a) De revistas:
Liendo Coll, P & JM Bengoa. Necesidades calóricas de la población venezolana. Arch Venez Nutr 5:39-50, 1954.
- b) De libros:
Gómez P, F Silvio & R Gámora. Los Aminoácidos en alimentos. Caracas, Ed Futura, 1972, p.30.
- c) De libros sin autor individual:
Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 12th ed. Washington, DC, The Association, 1975, p. 30.
- d) De un artículo o capítulo de un autor(es) consignado en un libro publicado por casa editora:
Hoskins, WG & M Charles. Macaroni production. En: The Chemistry and Tecnology of Cereals as Food and Feed. SA Matz (Ed.). Westport, Conn, The Avi Publishing Co. 1959, p. 274-320.
- e) De citas de compendios:
Krebs, HA & K Henseleit. Urea formation in animal body. Z Physiol Chem, 210:33-66, 1932. (Original no consultado; compendiado en Chem Abst 26: 5624, 1923).

10. *Notas al pie de la página*

Las notas al pie de la página deben ser reducidas al mínimo. Cuando su inclusión sea necesaria deberá indicarse su orden de aparición en el texto mediante números arábigos, consecutivos colocados como post-fijo superior. (Estas notas se redactan, debidamente identificadas, en la 2a. hoja del manuscrito, después de la identificación de los autores).

11. *Abreviatura y siglas*

Se deben usar las abreviaturas aceptadas internacionalmente (American Chemical Society, Journal of Nutrition, British Journal of Nutrition). En caso de utilizarse siglas poco comunes, que se repitan frecuentemente en el manuscrito, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. De preferencia, deberán usarse las siglas internacionales en vez de la del idioma original del artículo, por ej. DNA, RNA, PER, etc. Todas las abreviaciones y siglas se usan sin punto, g, b, m, etc.

12. Nomenclaturas

Deberá usarse la nomenclatura de la Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición (IUNS) para vitaminas y otros nutrientes. En las unidades de medición se empleará el Sistema Métrico Decimal. Para las unidades de energía se usarán calorías (Cal) o Joules (J) indiscriminadamente.

13. Resultados numéricos

Al consignar números se usará la coma (,) para indicar decimales, p. ej. 35,7; 389,9; y el punto (.) para indicar miles, millones, etc.

D. SEPARATAS

El costo de las separatas o sobretiros de los trabajos es de US \$3.00 por página de 50 separatas. El autor(es) deberá notificar a la Oficina Editorial el número de separatas deseado tan pronto se le informe que su trabajo ha sido aceptado.

E. CARGO POR PAGINA

La Revista es un órgano de divulgación científica sin fines de lucro y es mantenida fundamentalmente con donaciones. Sin embargo, a los efectos de contribuir con los gastos de publicación, la Asamblea General de SLAN ha creado un cargo de US \$ 10,00 por página de trabajo publicado. La Oficina Editorial puede considerar una reducción por concepto de cargo por página previa solicitud dirigida en ese sentido por el autor(es). Tan pronto como su factura sea cancelada, se les proporcionará 15 separatas libres de costo.

Sociedad Latino Americana de Nutrición

S.L.A.N.



SOLICITUD DE INSCRIPCION

Nombre: _____

Título Profesional: _____

Estudios de Postgrado: _____

Cargo: _____

Lugar de trabajo: _____

Dirección del trabajo: _____

Código Postal: _____ Ciudad: _____

Teléfono: _____ Fax: _____ Télex: _____

Dirección Postal: _____

Código Postal: _____ Ciudad: _____ País: _____

Teléfono: _____ Fax: _____ Télex: _____

Fecha de la solicitud: ____ / ____ / ____

Anote las referencias bibliográficas de dos de sus publicaciones más recientes:

1. _____

2. _____

Socios de SLAN que le postulan

Nombre:

Firma:

Adjunte su Curriculum Vitae actualizado.

La cuota anual de SLAN es de \$30 con la revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición y de \$10 sin la revista.
Los cheques deben ser emitidos en US \$ a nombre de: SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION.

Sociedad Latino Americana de Nutrición

S.L.A.N.



La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada hace más de 25 años con el fin de integrar los esfuerzos de profesionales calificados para promover y mejorar el conocimiento de los problemas nutricionales de los países de la región y de las alternativas de prevención y tratamiento que ofrece la nutrición como ciencia.

Cualquier persona que se encuentre profesionalmente activa o que haya contribuido de manera significativa al avance de la nutrición o disciplinas afines, puede asociarse a SLAN, para lo cual debe enviar una carta de solicitud avalada por dos Socios Activos y su curriculum actualizado. Debe igualmente anexar la documentación que pruebe la publicación de por lo menos, dos trabajos en revistas de nivel internacional en los últimos cinco años.

La solicitud puede dirigirse a la Presidencia de la Sociedad, actualmente en Venezuela, a los vocales representantes de Area o a los Capítulos de SLAN en los respectivos países.

El Consejo Directivo está integrado por: Eleazar Lara Pantin (Presidente), Hernán Delgado (Presidente Electo), Yolanda Hernández de Valera (Secretaria), Maritza Landaeta de Jiménez (Tesorera), Mauro Valencia (Vocal por México y Centro América), Rebeca de Angelis (Vocal por Brasil y Paraguay), Santiago Muzzo (Vocal por Argentina, Chile y Uruguay) y Manuel Grillo (Vocal por las Islas del Caribe).

Los Socios deben pagar una cuota anual de US \$30, que incluye la suscripción de la revista.

El órgano oficial de SLAN es la conocida revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN), que comparte actualmente la sede de la Sociedad en Caracas, Venezuela. Los manuscritos para publicación deben ser enviados al Editor General, Dr. Virgilio Bosch, o al Editor Asociado, Dr. José Félix Chávez P.

La correspondencia para SLAN o ALAN debe dirigirse al apartado 62.778, Chacao, Caracas 1060, Venezuela o a sus números de fax: 58 41 571475 y 58 2 284 8543.

¿CAMBIO DE DOMICILIO?

¿CHANGING YOUR ADDRESS?

Por favor, escriba su nueva dirección abajo y envíela al Departamento de Suscripciones de ALAN, adjuntando la etiqueta de un sobre de envío. Le rogamos avisarnos con 60 días de anticipación/**Please print your new address below and return to the Journal Subscription Dept. with our label. Please advise 60 days in advance.**

Nombre/Name:

Calle/Street:

Ciudad/City:

Estado, País/State, Country:

Código Postal/Postal Code:

Por favor enviar ALAN a mi nueva dirección a partir de: / **Date new address effective:**

Artes Finales: Amerik Solutions C.A., Caracas, Venezuela
Teléfono (02) 993.62.82

Portada: Chávez & López, Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela
Teléfono (02) 261.66.48

Impresión: Refolit C.A., Caracas, Venezuela
Teléfonos (02) 93.38.31 - 93.75.08 - 93.02.64
Fax: (02) 93.70.08

SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE NUTRICION (SLAN)

La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) fue creada el 10 de Noviembre de 1965 en ocasión de celebrarse el Primer Congreso de Nutrición del Hemisferio Occidental. El actual Consejo Directivo de la SLAN está constituida por los siguientes miembros:

| | |
|---------------------|----------------------------|
| Presidente | Dr. Eleazar Lara Pantin |
| Presidente Electo | Dr. Hernán Delgado |
| Secretario | Dra. Yolanda H. de Valera |
| Tesorero | Dra. Maritza L. de Jiménez |
| Vocal | Dr. Mauro Valencia |
| Vocal | Dra. Rebeca De Angelis |
| Vocal | Dr. Santiago Muzzo |
| Vocal | Dr. Manuel Grillo |
| Presidente Saliente | Dr. Jaime Ariza Macía |

DIRECTORIO DE ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION

| | |
|-----------------|-----------------------------|
| Editor General | Dr. Virgilio Bosch Román |
| Editor Asociado | Dr. José Félix Chávez Pérez |

MIEMBROS DEL CUERPO EDITORIAL PERIODO 1992 - 1994

| | |
|----------------------------|-------------------------|
| Dr. Juan Alvarado | Dr. Franco M. Lajolo |
| Dr. Héctor Araya | Dr. Alfredo Lam-Sánchez |
| Dra. Julia Araya | Dr. Miguel Layrisse |
| Dr. Jaime Ariza M. | Dr. Reynaldo Martorell |
| Lic. Adriana Blanco M. | Dr. Luis A. Mejía |
| Dr. Héctor Bourges R. | Dra. Josefina Morales |
| Dr. Ricardo Bressani | Dr. Alejandro O'Donnell |
| Dr. Odoardo Brito A. | Dra. Nelly Pak |
| Dr. Adolfo Chávez | Dr. Nelson de Souza |
| Dr. Hernán Delgado | Dr. Jorge Rísquez T. |
| Dr. J.E. Dutra de Oliveira | Dr. Ricardo Uauy |
| Dr. Werner G. Jaffé | Dr. Enrique Yáñez S. |

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Contenido

Páginas

ARTICULOS GENERALES

Nutrición de alimentos con énfasis en el agregado de micronutrientes a la harina de trigo. Guillermo Arroyave..... 186

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición Humana

Interacción madre-hijo y conducta del niño en preescolares con antecedentes de anemia por deficiencia de hierro en la infancia. Isidora De Andraca Oyarzún, Isabel Salas Aliaga, Alicia de la Parra Cieciva y Beatriz González López..... 191

Índice subescapular/tricipital: Valores percentilares en niños y adolescentes cubanos. Emilio Martínez, Mayra Devesa, Jorge Bacallao y Manuel Amador..... 199

Metodología de atención de niños con fenilcetonuria (FC) y enfermedad de la orina con olor a miel de arce (EOMA). Zulema Jiménez Soto..... 204

Listas de intercambio de alimentos para usar en la fenilcetonuria y en la enfermedad de la orina con olor a miel de arce. Zulema Jiménez Soto..... 211

Bioquímica Nutricional

Effect of cassava bread supplementation on energy intake of rats. Mercedes Schnell, M. E. Carvajal and B. Anchustegui..... 217

Ciencias de Alimentos

Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado eviscerado. Rafael Bello, Elizabeth Cardillo y Raúl Martínez..... 221

Estudio del efecto de la adición de frutas tropicales piña (*Ananás comosus*) y lechosa (*Carica papaya*) en la elaboración del ensilado biológico de pescado. Rafael Bello, Elizabeth Cardillo y Raúl Martínez..... 228

Sustitución de bromato de potasio por ácido ascórbico en la elaboración de pan francés. Xiomara Corrales, Marisa Guerra, Marisela Granito y Julián Ferris..... 234

Desarrollo de confites proteicos a base de soya para deportistas. E. Wittig de Penna, A. Bunger, M. Sansur, L. López, R. Santana..... 241

Extracción y caracterización de las zeínas del grano de diez cultivares de maíz. Ligia Ortíz de Bertorelli..... 248

Latin Foods: Composición de Alimentos

Carne de vizcacha (*Lagostomus maximus maximus Blainv*). Valor Biológico. Mirta L de Arellano, Juan M Luco, Silvia Fernández, Yolanda Micalizzi, Mónica Fisetti, Julia B. Lucero, Sara Mucciarelli..... 254

Fibra dietética soluble, insoluble y total en cereales, productos derivados de su procesamiento y en productos comerciales a base de cereales. Elba Sangronis y María Alejandra Rebolledo..... 258

Estudio de la composición química de 6 plantas no convencionales del Estado de Oaxaca, México, como recursos potenciales en la alimentación animal. Arellano M.L., Carranco J.M., Pérez-Gil R.F., Hernández P.E., Partida I.H., Ripoll S.H..... 264

NOTAS..... 269

INFORMACION PARA LOS AUTORES..... 270