

# **IMPORTANCIA DE LOS ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL EN LA DIETA HUMANA**

J.J. Boza, J. Jiménez, C. Espinosa y J. Boza



## INTRODUCCIÓN

Se conoce por la historia de la alimentación, que el hombre primitivo debió pronto abandonar el bosque y sus lindes que le proporcionaba una alimentación vegetariana, salvo algunos insectos que consumiría, para vivir en la sabana abierta y, es aquí, de acuerdo con HAWKES (1979) donde comienza a consumir carne organizando una dieta mixta, estimándose que los constituyentes químicos o nutrientes de la carne debieron ser muy beneficiosos para su desarrollo cerebral y, en todo caso, es indudable que el valor nutritivo de la carne, muy superior al de la hierba, raíces y frutas, lo liberó de estar constantemente comiendo y le permitió tener tiempo para pensar. Meditando sobre los problemas que tendría un ser de hocico chato, carente de dientes caninos y de garras para matar, desollar y despedazar a los animales, debemos reconocer que su primera necesidad sería la de emplear unos utensilios y además fabricarlos. Estos dos hechos situaron a nuestros antepasados en un plano superior al meramente animal.

El hombre del Paleolítico, tosco e impreciso en la manufacturación de herramientas destinadas a cazar y pescar, desollar y cortar, puesto de manifiesto por los útiles encontrados (hachas, puntas de flechas, cuchillos, anzuelos, etc.) mostró, según dicha autora, una evolución de su capacidad creadora, llegando hasta preparar piedras para moler plantas silvestres, como complemento esencial de su economía. Desde esa época, la presencia de los alimentos de origen animal en su dieta ha sido una constante, preocupándose incluso de la conservación de los mismos, para disponer de ellos de forma continuada, desarrollando técnicas de desecación al sol, salazones, ahumado, etc., que le permitió prolongar la vida útil de dichos alimentos.

Recientemente AGUILERA (1989), en estos Anales, nos decía que nuestro mundo actual se divide, en dos grupos de países claramente diferenciados por la cuantía y calidad de la dieta. En Europa Occidental, una gran parte de América del Norte, Australia, Nueva Zelanda, Japón, entre otros, sus habitantes están bien nutridos, con una ingesta energética media próxima a 12,5 MJ/día (120% de sus necesidades) y 96,4 g. de proteína/día, en su mayoría de origen animal. Muy diferente es la situación en el resto del mundo, cuya población supone el 70% del total, su ingesta media no sobrepasa los 9,2 MJ/día (97% de las necesidades energéticas totales), siendo sus dietas deficientes

en proteínas. Como consecuencia de ello, parece obligado la adopción de nuevos planteamientos productivos, así como una rigurosa justificación de los mismos. La producción de alimentos de origen animal tiene un rendimiento bajo, en comparación con los de origen vegetal o microbiano, por lo cual en la actualidad se cuestiona algunos aspectos de dicha producción.

SANZ SAMPELAYO (1980) señalaba que la primera cuestión en debate es si son necesarios los alimentos de origen animal para el hombre, respondiendo que indudablemente como alimentos aislados, es mejor la calidad proteica de los de origen animal, a los que se une en algunos casos, una superior concentración energética. También es cierto, que con dietas con distintos vegetales se pueden proporcionar los aminoácidos esenciales, pero hay que admitir, que en muy pocos casos se dispondrá de una variedad de estos productos que proporcionen en número y cantidad los aminoácidos necesarios para una adecuada alimentación. Igualmente, los productos procedentes de los animales son importantes en la dieta como fuente de ácidos grasos de cadena larga, elementos esenciales que no los puede obtener el hombre metabólicamente, grasas que contribuyen a elevar la palatabilidad de la dieta. Es interesante llamar la atención sobre los aportes de minerales y vitaminas de los alimentos procedentes de los animales, especialmente para los estratos más vulnerables de la población (niños, mujeres en lactación y gestación, ancianos y malnutridos). En consecuencia, la presencia de estos alimentos mejora la dieta, tanto en términos de aporte de nutrientes esenciales, como de aceptabilidad de la misma.

Abundando en la justificación de la necesidad para el hombre de los alimentos de procedencia animal, señalar que, en 1974, en plena crisis alimentaria, se celebró la Conferencia Mundial de Alimentación, llegándose a la conclusión de que "los alimentos de origen animal no tienen un valor nutritivo mágico, pero por sus peculiares características y su palatabilidad, los hacen necesarios y preferidos a otras fuentes de nutrientes", consideraciones que continúan en vigor de acuerdo con los incrementos experimentados en su consumo, preferentemente en los países desarrollados, donde en sus más variadas dietas están presente una amplia gama de estos alimentos (BOZA, 1989). Un ejemplo de ello lo tenemos en el caso de los Estados Unidos, donde los productos de origen animal aportan el 69% de la proteína de la dieta humana media, el 80% del calcio, los 2/3 del fósforo y de la vitamina B<sub>2</sub>, la mayoría de la vitamina B<sub>6</sub>, toda la vitamina B<sub>12</sub>, así como una sustancial minoría de la mayor parte de los demás nutrientes (BRACKERTT, 1988).

Junto con estos aspectos positivos de los alimentos de origen animal, actualmente la sociedad está preocupada por los posibles efectos perjudiciales que puedan tener sobre la salud del hombre, especialmente aquellos que contienen elevados porcentajes de grasas saturadas y colesterol por su relación con las enfermedades cardiovasculares (GRANDE COVIAN, 1984; LEWIS, 1988). Igualmente dietas ricas en grasas y pobres en fibra, como sucede en las que abundan los alimentos de origen animal, pueden conducir a la obesidad, dado el elevado contenido energético de la grasa y su fácil conversión en grasa corporal (BLAXTER, 1989; ES y BOEKHOLT, 1987). La fibra propia de los alimentos de origen vegetal, es muy voluminosa, tiene un bajo contenido en energía, parte de la cual se pierde como consecuencia de la formación de gases fermentescibles y una porción considerable de esta fracción dietética es indigestible, por lo que su consumo tiene un efecto positivo, tanto en la reducción de la ingesta energética, como aumentando la velocidad del tránsito intestinal.

Estas consideraciones y otras muchas relacionadas con esta temática, han provocado cambios en la demanda de los consumidores cada vez más orientada hacia los alimentos ligeros o "light", con menores contenidos energéticos, por la reducción o sustitución de su porcentaje en grasa, sin afectar la naturaleza del alimento. Ejemplos de ello son el aumento del consumo de leche y productos lácteos descremados, carnes procedentes de animales magros, alimentos de procedencia animal bajos en colesterol y grasas saturadas, etc.

Desgraciadamente, el sector ganadero y el de su industria derivada no puede cambiar

rápidamente sus tecnologías productivas, tecnologías que, por otro lado, han tenido un gran éxito, juzgado por el considerable incremento de la producción animal, lo que ha permitido abaratar los alimentos procedentes de ella. Señalar también que esa alta eficiencia ha sido responsable de la saturación de los mercados de algunos de sus productos, con la acumulación de excedentes y la consiguiente caída de precios. Como señala ES (1991), para la supervivencia de los ganaderos durante años se les ha estimulado hacia una mayor producción y de una manera más eficaz, estando sometidos a fuerte competencia, circunstancia en la que los productores no pueden atender de inmediato las exigencias de los consumidores, quienes, están satisfechos de los relativos bajos precios de los alimentos de origen animal.

### **Importancia del aporte proteico de los alimentos de origen animal**

NEWSHOLME y LEECH (1987) denominan a las proteínas de procedencia animal “proteínas de primera clase”, por contener cantidades adecuadas de aminoácidos esenciales. Por el contrario muchas proteínas de origen vegetal son deficientes en algunos aminoácidos, como la lisina y aminoácidos azufrados, señalando por tanto, dichos autores, que los vegetarianos deberán recibir una dieta variada para poder tomar los aminoácidos esenciales necesarios para poder conservar la salud.

El papel fisiológico de la proteína de la dieta es el proporcionar los aminoácidos imprescindibles para los siguientes procesos: mantenimiento, reparación y crecimiento de los tejidos; producción de las proteínas del plasma y creatina muscular; síntesis de enzimas, hormonas, polipéptidos y algunos neurotransmisores; formación de pelo, piel y uñas; síntesis de las proteínas lácteas.

Los requerimientos proteicos de los individuos adultos sanos los ha cifrado el NRC (1989) y FAO/WHO (1973), en torno a 0,8 g/kg de peso y día, siendo esta cantidad superior en situaciones como el embarazo, lactación y sobre todo, en los períodos de crecimiento. Según estas mismas recomendaciones, las proteínas deben suponer el 10% del total de las calorías de la dieta, aunque hoy día, en los países desarrollados, la cantidad de proteína consumida está por encima del 12% del total de las calorías ingeridas, en donde la proteína animal llega a suponer el 70% del total de la proteína dietaria.

El factor fundamental que determina las necesidades proteicas de un organismo es la provisión de aminoácidos que éste no puede producir por sí mismo. Para el hombre, estos aminoácidos esenciales son: lisina, treonina, metionina, fenilalanina, triptófano, valina, leucina e isoleucina. En la infancia también la histidina se considera como esencial (CHO y col., 1984) e, incluso, puede incluirse a la arginina en este grupo, en los casos en los que la funcionalidad hepática esté disminuida, ya que este aminoácido es, en su mayoría, sintetizado en uno de los pasos hepáticos del ciclo de la urea (HEIRD y col., 1972).

Señalados los requerimientos proteicos en cuanto a cantidad, debemos insistir en la calidad de este nutriente, la cual va a quedar definida por su digestibilidad, es decir la cantidad absorbida respecto del total ingerido y, sobre todo, por el valor biológico de la misma, parámetro éste donde entran en juego tanto la digestibilidad como la composición en aminoácidos de la proteína, elemento sobre el cual estriban las principales diferencias entre las proteínas de origen animal y las de procedencia vegetal.

Por lo que a la digestibilidad verdadera se refiere, las proteínas de origen animal (huevos, leche, pescado y carne) presentan valores en torno al 95%, mientras que las de naturaleza vegetal comúnmente incluidas en nuestras dietas, son netamente inferiores (WHO, 1985). Estos menores valores de digestibilidad se deben a la propia naturaleza de la proteína y también a factores dietarios

que modifican su absorción, como son la fibra, taninos e inhibidores de enzimas proteásicos, como sería el caso del inhibidor de la tripsina presente en la semilla de soja.

Como se ha indicado anteriormente, el mejor parámetro que revela la calidad de la proteína es aquel que se centra en su composición en cuanto a aminoácidos esenciales se refiere. Así y, considerando, como proteína ideal a la descrita por FAO en 1957, las proteínas de origen animal tienen un patrón de aminoácidos esenciales muy adecuado, superando incluso los valores de una proteína ideal. Por el contrario, las proteínas de procedencia vegetal, exceptuando la proteína de la soja, no cubren las necesidades proteicas del hombre, ya que son deficientes en al menos, 1 ó 2 aminoácidos esenciales. Por ejemplo, los cereales son deficientes en lisina (la cual posibilita la formación de enlaces cruzados, como en el colágeno, elastina y actúa en la biosíntesis de carnitina) y, también, en triptófano (precursor de nicotinamida y de serotonina), mientras que las leguminosas son deficientes en aminoácidos azufrados: metionina (esencial como donador de grupos metilos en numerosas reacciones y precursor de la cisteína) y cisteína (agente reductor y precursor de la taurina).

Como se aprecia en la tabla 1, cada una de las proteínas de origen animal son autosuficientes a la hora de suministrar unos requerimientos determinados de cada uno de los aminoácidos esenciales, mientras que en el caso de las proteínas de origen vegetal, se ha de recurrir a mezclas adecuadas entre ellas que subsanen las limitaciones en cuanto a la cantidad de aminoácidos esenciales, para no incurrir en deficiencias de algunos de ellos que condujeran a determinadas patologías y a la malnutrición proteica.

Pensamos queda claro, por tanto, la importancia de la proteína de origen animal en la alimentación humana, aunque tienen el inconveniente de su alto costo respecto a las de procedencia vegetal. Según BLAXTER y colaboradores (1977), para la producción de 1 kg de proteínas de carne, huevos o leche, se requiere el consumo de unos 4,5 kg de proteína vegetal por parte del animal, aunque este derroche podría solventarse si los animales se alimentaran con recursos no comestibles para los humanos (hierbas y subproductos).

**Tabla 1.- Contenido aminoácido (como % de proteínas) en algunos alimentos comunes\***

Alimentos proteicos	Lisina	AAs azufrados	Treonina	Triptófano	Leucina
Proteína ideal (1)	5,5	3,5	4,0	1,0	7,0
Huevo (12,8% proteína)	6,4	5,5	5,0	1,6	8,8
Leche (3,5% proteína)	7,8	3,3	4,6	1,4	9,8
Carne de vaca (hamburguesas, 16% proteína)	8,7	3,8	4,4	1,2	8,2
Pollo (20,6% proteína)	8,8	4,0	4,3	1,2	7,2
Semilla de soja (34,9% proteína)	6,9	3,4	4,3	1,5	8,4
Judías (23,6% proteína)	6,4	2,6	3,4	1,0	8,7
Lentejas (25% proteína)	6,1	1,5	3,6	<b>0,9</b>	7,0
Maíz (9,2% proteína)	<b>2,9</b>	3,2	4,0	<b>0,6</b>	13,0
Avena (14,2% proteína)	3,7	3,6	3,3	1,3	7,5
Colágeno	3,4	<b>0,9</b>	<b>1,8</b>	<b>0,0</b>	<b>3,0</b>

\* Datos elaborados a partir de los de KRAUSE y MAHAN (1979)

(1) Tomada de MUNRO y CRIM (1980)

Los valores en negrita son aminoácidos limitantes.

## La grasa en los alimentos de origen animal

Los ácidos grasos son los componentes fundamentales de los lípidos cuyas funciones básicas son: mantenimiento de la fluidez de las membranas celulares, termogénesis, así como reserva energética. La procedencia de estos ácidos grasos en los mamíferos es la síntesis endógena y/o las transformaciones de moléculas de ácidos grasos preexistentes y, también, la ingesta diaria.

La función principal de la grasa de la dieta es aportar ácidos grasos esenciales, ácidos poliinsaturados que no pueden ser sintetizados "de novo" por los mamíferos, al carecer de sistemas enzimáticos capaces de formarlos a partir de otros ácidos grasos, aminoácidos o glúcidos. En otras palabras, el hombre y todos los mamíferos carecen de enzimas que introduzcan dobles enlaces a nivel de los carbonos que está en posición posterior al C-9, por lo que dichos ácidos esenciales (AGE) no pueden sintetizarse y deberán ser aportados por la dieta en concentraciones adecuadas. Son el ácido linoleico (18:2n6) y el ácido linolénico (18:3n3), que mediante reacciones alternativas de elongación y de saturación, estos ácidos dan lugar a una serie de ácidos grasos poliinsaturados de larga cadena (AGPI) que constituyen dos familias: la omega-6 o n-6 que deriva del ácido linoleico y, la omega-3 o n-3 procedente del  $\alpha$ -linolénico. Estos AGPI juegan un papel fisiológico importante ya que son precursores de los eicosanoides compuestos que regulan a nivel local la fisiología de los tejidos. Asimismo, el ácido docosahexaenoico (22:6n3) parece desempeñar un importante papel en la fisiología de la retina aumentando la agudeza visual (NEURINGER y col., 1984) y del cerebro (BAZAN, 1990), de tal modo que el déficit de este ácido graso puede ir acompañado de alteraciones en el electroretinograma (WHEELER y col., 1975), e incluso de alteraciones en la capacidad de aprendizaje (LAMPLEY y WALTER, 1976). Son también precursores de tromboxanos, prostaglandinas y prostaciclina, que disminuyen el colesterol y los triglicéridos circulantes en el torrente sanguíneo cuando se reciben con la dieta (BOZA, 1987). El déficit de AGPI en la dieta provoca además de alteraciones de agregación plaquetaria y de la síntesis de prostaglandinas, una alteración en la composición de los fosfolípidos del cerebro, habitualmente muy ricos en el ácido docosahexaenoico, alteración que se corrige con una dieta rica en este ácido (CARLSON y col., 1985) muy abundante en el pescado graso.

LEAF y WEBER (1985), estudiaron la contribución de cada uno de los tipos de ácidos grasos, a la dieta, a lo largo de la historia. En la época prehistórica (4.10<sup>6</sup> años a.C.), en la que el hombre vivía fundamentalmente de la caza y la pesca, se alimentaba predominantemente de grasa animal, en la que existen un gran equilibrio entre los ácidos grasos saturados y los poliinsaturados de las series n-3 y n-6. El desarrollo de la agricultura hace alrededor de 10.000 años no modificó sustancialmente este equilibrio, debido a que la mayor parte de los cultivos de aquellos tiempos eran pobres en grasa (cereales, hortalizas, etc., salvo el olivo en el área mediterránea para aceite). Es en los últimos cien años y, como consecuencia del desarrollo de las oleoginosas y la tecnología de los aceites de semilla (KIRSHENBANER, 1960), donde se ha producido un desequilibrio dietario. Se ha incrementado el consumo de aceites de semilla que contienen fundamentalmente ácido linoleico (girasol, maíz, cártamo), lo que ha dado lugar a un desequilibrio en los niveles de AGPI de los tejidos, con un aumento en los niveles de los derivados de la serie n-6 y un descenso de los procedentes de la n-3, desequilibrios que pueden cooperar al desarrollo de diversas patologías aparecidas en el transcurso de este siglo. Intervienen en algunas de estas patologías, aparte del desequilibrio de las series n-6 y n-3, el incremento en la producción de radicales libres, que pueden incluso alterar o activar el material genético. Los alimentos de origen animal contienen niveles aceptables de vitamina E y otras sustancias que actúan como antioxidantes y previenen la formación "in vivo" de radicales libres en los tejidos. Indiscutiblemente, los aceites vegetales naturales contienen tocoferoles y carotenos, que tienen capacidad antioxidante; sin embargo, los procesos de refinación destruyen casi el 100% de estos compuestos.



Lo anterior nos sirve para decir que, en la actualidad, son frecuentes las situaciones de desbalance en la relación ácidos grasos n-6/n-3 en la alimentación humana, así como un descenso en el consumo de vitamina E, especialmente, como consecuencia del consumo de grasas de semillas. La elevada presencia de AGPI de la serie n-3 y de vitamina E en el pescado y, la correlación existente entre su consumo y una menor incidencia de enfermedades cardiovasculares y ciertas hiperplasias, ponen de manifiesto el interés actual por estos alimentos en la dieta.

Sobre este respecto, NIKKARI y colaboradores (1983) comprobaron que los esquimales de Groenlandia que basan su ingesta de grasas, en las de pescado, ricas en los mencionados AGPI n-3 (eicosapentaenoico y docosahexaenoico) tienen una reducida prevalencia de enfermedades cardiovasculares. YAMORI y colaboradores (1985), compararon la composición en ácidos grasos de los fosfolípidos séricos entre habitantes de los pueblos costeros japoneses y los de poblaciones del interior, observándose un mayor contenido de ácido docosahexaenoico en las poblaciones costeras que en las del interior, produciéndose en las primeras muchos menos casos de enfermedades cardiovasculares debido, al parecer, a sus hábitos alimenticios, consumiendo grasas de pescado en las que abunda dicho ácido graso responsable de la protección contra dichas enfermedades. Para KOLETZKO y colaboradores (1986) los ácidos grasos de la serie n-3 tienen efectos favorables sobre la viscosidad de la sangre, así como en la no formación de trombos; su suplementación en la dieta produce un incremento de las lipoproteínas de alta densidad y una disminución de los triglicéridos en los adultos.

De acuerdo con GRANDE COVIAN (1984) la influencia de la dieta sobre las enfermedades cardiovasculares se debe al efecto que el contenido en grasa y colesterol de la misma ejerce sobre la cifra de colesterol del plasma sanguíneo, habiéndose demostrado que las grasas saturadas y el colesterol de la dieta elevan el nivel de colesterol del plasma, mientras que las grasas poliinsaturadas lo reducen.

Basándose en estos hechos, diversas organizaciones internacionales han recomendado reducir el consumo de grasas al 30-35% en el total de la energía de la dieta, mediante una disminución de grasas saturadas al 10% del total de la energía, reemplazándola por carbohidratos complejos (pan, pastas, patatas, cereales, etc.), así como insistir en que la ingesta de colesterol debe ser igual o menor a 33 mg/MJ de energía ingerida, o 330 mg de colesterol/día. Se debe tener en cuenta que los alimentos procedentes de animales mamíferos y aves pueden algunos tener cantidades considerables de colesterol y grasas saturadas, por lo que debe vigilarse su ingesta.

La presencia de los alimentos de origen animal en la dieta tienden a aumentar en los países desarrollados, y con ello el contenido de grasa, hasta el punto que la FAO (1980), señalaba que en dichos países la ingesta en grasas y aceites era de 126 g/día (4,7 MJ) de los cuales 86 g (3,2 MJ), es decir, el 70% era de origen animal. Por el contrario en los países en vía de desarrollo este consumo es mucho menor, sólo 35 g/día (1,3 MJ) y de ellos 14 g (0,53 MJ) equivalentes al 40% son de origen animal. La proporción de la energía de la dieta derivada de la grasa, en los primeros países supone del 33 a más del 40% en los de mayor desarrollo de América del Norte y Europa, frente al 14% en los países subdesarrollados. En estos últimos, los pollos, conejos y pequeños animales son los que en mayor medida aportan carne a la dieta, conteniendo el pollo pocos ácidos saturados, siendo además una buena fuente de AGE. El vacuno y el porcino abundan más en la dieta de las áreas desarrolladas, generalmente producidos en sistemas intensivos que incrementan el porcentaje en grasa de estos animales, con mayores contenidos en ácidos saturados (CRAWFORD, 1975), aunque los animales jóvenes en crecimiento, muestren porcentajes menores de grasa y una mejor relación proteína/grasa (BLAXTER, 1962). En general, las grasas de la carne, hígado, riñones y despojos son naturalmente ricas en AGE de cadena larga, que se encuentran en sus fosfolípidos estructurales (FAO, 1980).

En los animales rumiantes, la biohidrogenación en el rumen aumenta el contenido en ácidos grasos saturados, bajando el de AGE en la grasa tanto adiposa como láctea; en los monogástricos la composición del tejido adiposo depende de la grasa de la dieta.

Por último y en lo referente al colesterol, señalar que procede de la dieta o se sintetiza principalmente en el hígado, intestino y en otros territorios, teniendo como funciones principales, ser precursor de hormonas esteroideas y de los ácidos biliares; es un constituyente estructural de las membranas, por eso abunda en las células con un alto desarrollo de membrana (cerebro, hígado, riñón) y está implicado en el transporte de triglicéridos en la sangre. En el organismo está presente en forma libre o esterificado a un ácido graso, generalmente no saturado. En los alimentos que más abundan son como hemos dicho las vísceras, despojos, huevo, mantequilla y quesos grasos.

### **Aportes minerales de los alimentos de origen animal**

La alimentación humana, tanto de origen vegetal como animal, procede de la tierra o el mar, donde los minerales están presentes formando parte de sales complejas que llegan con los alimentos al digestivo, donde se produce la absorción intestinal de estos elementos, pasando al plasma unidos, generalmente, a proteínas y, distribuidos así por todo el organismo.

El **sodio**, en una dieta normal, se ingiere en forma de cloruro sódico, encontrándose en estado natural en todos los alimentos, leche, carne, pescado y alimentos de origen vegetal. El contenido en sodio de los pescados marinos es de 0,03 a 0,4%, concentración parecida a la de la carne, pudiendo rebajarse dichas cifras por lavado y cocción, y así utilizarse en dietas hiposódicas.

Se suele este elemento añadir a los alimentos procesados (salazones, embutidos, quesos, mantequilla, conservas, pan, etc.), para intensificar su sabor y como agente preservador.

Las necesidades en cloruro sódico del hombre adulto están alrededor de los 9 g/día (N.R.C., 1989).

Algo parecido se puede decir del **potasio**, que ingresa en el organismo con todos los alimentos y en cantidades superiores a las necesidades. La ingesta diaria de potasio oscila entre 2,5 a 5 g, destacando los aportes procedentes de la leche, carne, pescado, frutas y verduras.

El **calcio**, esencial para la integridad funcional de los sistemas óseo, muscular y nervioso, coagulación sanguínea, transporte a través de membrana y activador enzimático, se halla principalmente en la leche y productos derivados, existiendo en menor proporción en huevos, carne, pescado, cacao, levaduras, frutos secos, verduras, hortalizas, frutas y legumbres. El calcio de las verduras suele estar en forma de oxalatos y fosfatos, difícilmente solubles y absorbibles y, es más, los alimentos de origen vegetal que contienen filatos y fibra comprometen la absorción del calcio por la formación de complejos de baja solubilidad (LONNERDAL y co., 1989). Por el contrario, el calcio que contienen los alimentos de origen animal suele estar unido a proteínas; en el caso de la leche se halla como citrato en un 25% y el resto como fosfato de calcio coloidal, manteniéndose en suspensión en micelas con caseína (ALPERS y col., 1983), siendo muy disponible e interviniendo en su transporte, metabolismo y excreción la vitamina D o sus metabolitos.

La lactosa, de acuerdo con ARMBRECHT (1987), aumenta la absorción intestinal del calcio, lo cual puede ser muy importante en ancianos ya que tienen disminuida la capacidad de sintetizar y responder a la 1,25 dihidroxi vitamina D. El tipo de proteína también afecta a la absorción del calcio, señalando NIYAMA y SAKAMOTO (1983), que se absorbe menos si la proteína procede de la soja que si es caseína. En este sentido, KOCHHAR y colaboradores (1987) pusieron de manifiesto que la adición de leche a dietas basadas en cereales y legumbres incrementa significativamente la absorción de calcio, efecto protector que también tendría sobre la precipitación mineral ejercida por los filatos contenidos en dichos alimentos (PLATT y col., 1987).

Por lo que concierne al **fósforo**, su presencia en abundantes alimentos de origen animal y vegetal, hace que su deficiencia sea poco frecuente. En la leche la principal fuente es una fosfoproteína, la caseína, liberándose en el intestino delgado al estado de fosfato inorgánico, siendo absorbido en un 60 a 70%, aumentando hasta el 90% si la ingesta es pobre en fósforo (WALLING, 1977) e incrementando la absorción la presencia de vitamina D<sub>3</sub> (LEE, 1986).

Este ion es fundamental para el metabolismo de las proteínas, lípidos y carbohidratos, actúa como cofactor en múltiples sistemas enzimáticos, contribuye al potencial metabólico formando compuestos de alta energía e interviene en el desarrollo y maduración del sistema óseo, entre otras funciones. Al igual que ocurre con el calcio, la adición de lactosa a la dieta aumenta la absorción del fósforo, observándose además un incremento significativo en el fósforo sérico, por lo que dicha azúcar de la leche, no sólo aumenta la absorción de este elemento, sino también su retención, aumentos que no se producen con la incorporación de sacarosa o maltosa a la dieta (DEBIEC y LORENC, 1985).

Otro elemento importante en la dieta es el **hierro**, cuyas necesidades se sitúan alrededor de 10 mg/día para el hombre y 18 mg/día para la mujer (N.R.C., 1989).

Como es sabido, existen dos tipos de hierro en la dieta con respecto a los mecanismos de absorción, hierro hemínico y el no hemínico. El hombre absorbe entre 5 a 10% el hierro de la dieta, pudiendo llegar dicha absorción hasta el 23% en el caso del hierro "hemo", presentes en carnes y pescados. Por el contrario, la leche, legumbres, hortalizas, cereales, contienen hierro no hemínico, que se absorbe en menor cantidad y cuya disponibilidad va a estar cuestionada por la cantidad de proteína y ácido ascórbico presente en la dieta que aumentan la absorción, así como por el contenido de fitatos, taninos y cierto tipo de fibra que reducen la absorción (BOTHWELL y col., 1979), disminución que BRUNE y colaboradores (1989), la encuentran similar tanto en vegetarianos estrictos como en controles a los que se ha añadido a la dieta salvado. Tanto la leche como los péptidos de la carne tienen un efecto protector en la precipitación el hierro por los fitatos de los vegetales (PLATT y col., 1987; TAYLOR y col., 1986).

Por lo que respecta al **cobre**, generalmente son muy bajos los contenidos en los alimentos comunes (cereales y productos derivados como pan, vegetales no frondosos, zumos frescos de fruta, leche y productos derivados, margarinas, miel). Son más abundantes en cobre el hígado, crustáceos, pescados, carnes y frutos secos (UNDERWOOD, 1962). Las necesidades en este elemento de las personas adultas son bajas, 2 a 5 mg/día, por lo que su deficiencia no es frecuente, presentándose en caso de regímenes inapropiados, malnutrición proteico-energética, estados prolongados de malabsorción intestinal, fugas exageradas o anomalías del metabolismo (RODRIGUEZ y col., 1985).

El **zinc** está contenido en más de un centenar de metaloenzimas con importante papel en el metabolismo, función gonadal e inmunidad. Sus requerimientos son bajos, 15 mg/día en los adultos, 20 mg durante el embarazo y 25 mg durante la lactancia, aumentando los requisitos en este elemento en la infancia, períodos de crecimiento rápido y estados de malnutrición (SALOMONS, 1982).

En un trabajo de revisión de HANSEN y colaboradores (1982), sobre nutrición e inmunidad, se señalaba la influencia manifiesta del nivel y calidad de la dieta sobre el sistema inmunitario, así como el papel del zinc en la respuesta inmunitaria.

Se conoce el elevado contenido en zinc de los alimentos de origen animal frente a los de procedencia vegetal (BOZA y GOMEZ, 1963), por lo que parece lógico la existencia de deficiencias en el mencionado elemento asociada al consumo de dietas vegetarianas (BODZY y col., 1977; FREELAND-GRAVES y col., 1980). Igualmente un exceso en el consumo de fitatos en la dieta por su acción quelante puede ocasionar deficiencias en zinc (MORRIS y ELLIS, 1980; REINHOL y col., 1974); también estados de subnutrición marginales pueden provocar las mencionadas deficiencias

(HAMBLADGE y col., 1972; SANDSTEAD, 1973). Enfermedades carenciales severas, debidas principalmente a bajas ingestas de energía y proteína, son asimismo, responsables de deficiencias en zinc y de pobres respuestas inmunitarias (GOLDEN y GOLDEN, 1979; GOLDEN y col., 1978; KUMAR y RAO, 1973; ZAIN y col., 1978, entre otros).

La principal función del selenio es formar parte de las denominadas enzimas selenodependientes como la glutación peroxidasa, que previene el daño oxidativo de los eritrocitos, junto con la vitamina E ayuda a mantener las estructuras celulares, siendo antídoto de diversos tóxicos y, su deficiencia provoca miopatías reversibles y desórdenes musculares (BOZA y col., 1963; MANSELL y col., 1987).

El determinante del contenido en selenio de los alimentos son las proteínas, ya que este elemento se encuentra en la fracción proteica de ellos y más concretamente en la selenometionina (OLSON y col., 1970), por ello, los alimentos de origen vegetal deficientes en metionina, poseen escaso contenido en este elemento, salvo que se hubiera cultivado en suelos ricos en selenio, dando esta circunstancia mayor variabilidad en su contenido. En contraste, los alimentos de origen animal tienen mayores niveles de selenio y de forma constante, acumulándose como selenometionina que puede servir como depósito "buffer pool" que suministre selenio endógeno cuando se interrumpa temporalmente la ingesta.

La presencia de molibdeno como constituyente esencial de importantes enzimas (xantina oxidasa; aldehído oxidasa y sulfito oxidasa), hizo que se considerara su contenido en la dieta, en pequeñas cantidades (0,15 a 0,50 mg/día), como necesaria. El molibdeno abunda en las vísceras como hígado y riñones, aunque lo contienen en menores cantidades todos los alimentos de origen animal. En los de procedencia vegetal, particularmente se encuentra: en las semillas y en menor cuantía en los restantes, estando influenciado su contenido por el nivel de presencia de este elemento en el suelo (BOZA, 1961)

También el cobalto es un elemento importante en la dieta humana al formar parte de la vitamina B<sub>12</sub> aunque ésta no pueda ser sintetizada en el organismo a partir del cobalto, por lo que no existe una recomendación dietética de este elemento traza, pero sí de la vitamina (SCHROEDER, 1967). Lo contienen las vísceras, carne, huevo y leche dependiendo del contenido de las dietas que reciben los animales; de los alimentos vegetales son los de hojas verdes los que más lo contienen y los cereales los más pobres.

El fluor es un elemento esencial que forma parte del esqueleto y particularmente de los dientes, habiéndose estudiado en la dieta humana con el fin de mejorar la dentición y evitar posibles caries (BOZA, 1960), fijándose sus necesidades en el hombre en 2,5 a 4 mg/día. La fuente más importante de este elemento es el agua de bebida, seguido del pescado y marisco y alimentos de origen vegetal.

Terminamos la enumeración de los elementos minerales de interés en la alimentación humana del hombre y que aportan los animales, con la mención del iodo, cuya importancia radica en su intervención en la tiroxina y triyodotironina, cifrándose las necesidades de los adultos próximas a los 100 a 150 microgramos. El grupo de alimentos que mayores cantidades de iodo aportan a la dieta son los mariscos y pescados de mar con 300 a 3000 microgramos de Iodo/kg de materia fresca, frente a los 20 a 40 microgramos/kg en los de agua dulce. En menor cantidad, suministran dicho elemento leche, carne, huevos, dependiendo de la dieta que perciben los animales (DOKKUM y DE VOS, 1989).

### **Aportes vitamínicos de interés en los alimentos de origen animal**

Desde que, a finales del siglo pasado (LUNIN, 1888) y principios de éste (HOPKINS, 1912), se descubrieran la existencia de las vitaminas o "sustancias accesorias de la alimentación", como

consecuencia de alimentar a ratas con dietas purificadas que contenían las diferentes sustancias consideradas hasta la fecha como necesarias y observar que, con ellas no podían vivir dichos animales experimentales si no se les adicionaba, precisamente, una pequeña cantidad (4%) de leche fresca, se supo que los alimentos de origen animal eran portadores de esas sustancias accesorias o vitaminas.

Algo parecido fue el hallazgo de Gaspar CASAL en 1735 con respecto a la “pelagra”, producida por el consumo de dietas a base de maíz y, que se remediaba con el aporte de leche u otros alimentos de procedencia animal; enfermedad asociada al bajo contenido en triptófano y a que la cantidad de niacina que posee el maíz se encuentra formando un compuesto químico no disponible o digerible. Similar fue la solución que TAKAKI, en 1885, encuentra para luchar con el “beriberi”, enfermedad carencial producida por el consumo abundante de arroz blanco descascarillado, lo cual originaba una falta, a nivel adecuado, de en lo que en su día sería la vitamina B<sub>1</sub>, o “tiamina” y que se remediaba por el consumo de leche y vegetales frescos.

Es a partir de estos conocimientos cuando FUNK en 1912, llamó vitaminas a las sustancias responsables de dichas carencias y, posteriormente (1913-1915), McCOLLUM y DAVIES, llegan a la conclusión de que existían dos factores, uno liposoluble A, que se encontraba en la mantequilla y yema de huevo, y otro B, hidrosoluble, presente en la leche, levadura, etc., (LEUTHARDT y EDLBACHER, 1962).

Dentro de las fuentes más importantes de ciertas vitaminas figuran los alimentos de origen animal, así de la vitamina A el aceite de hígado de pescado, leche y mantequilla son de gran interés, lo mismo que de precursores de esta vitamina (carotenos) lo son la zanahoria, legumbres verdes y fruta. Por lo que respecta a la vitamina D, nuevamente el aceite de hígado de bacalao se consideró como el medicamento específico para el raquitismo, existiendo también en la mantequilla y otras grasas animales (tocino con la provitamina 7-dehidrocolesterol), huevo (con ergosterol en la yema), carne, hígado, pescado, leche y productos derivados, así como en las levaduras. Por vía fotoquímica se forma en el organismo animal a partir del 7-dehidrocolesterol.

El pescado también es fuente importante de vitamina K, lo mismo que el hígado y menos la leche y carne, así como las espinacas, coles y menos el tomate y frutas, entre los alimentos de origen vegetal.

Por último, también los alimentos de origen animal son importantes como fuentes de vitaminas del grupo B, especialmente de la B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, como vimos anteriormente pero, sobre todo, la de vitamina B<sub>12</sub>.

Los alimentos de origen animal son la única fuente de la vitamina B<sub>12</sub>, conocida también como cianocobalamina, eritrotina o factor antipernicioso. Los animales de laboratorio (ratas, perros y pollos) alimentados con proteínas vegetales, necesitaban para su crecimiento un factor adicional que estaba contenido en los alimentos de origen animal (“animal protein factor”), que según LEUTHARDT y EDLBACHER (1962), parece ser que dicho factor era la B<sub>12</sub>.

En el hombre la B<sub>12</sub> juega un importante papel en el metabolismo. Su falta provoca profundas alteraciones en la eritropoyesis y en el sistema nervioso, lo que no sucede en otras especies animales superiores o, si acaso, con mucha menor intensidad. Su absorción en el intestino depende, al igual en el caso del hierro, de las necesidades del organismo. La flora intestinal produce importantes cantidades de vitamina B<sub>12</sub> aunque, ya en un tramo, que la hace no utilizable.

Son fuentes de vitamina B<sub>12</sub> hígado, carne, pescado y, en menor cantidad, la leche y productos lácteos; no existe en los alimentos de origen vegetal, siendo una fuente importante la de procedencia microbiana (NEWSHOLME y LEECH, 1987).

Por último, BRACKETT y colaboradores (1988), señalan que el grado de dependencia del hombre de los animales ha variado de acuerdo con las diferencias culturales y grupos humanos dentro de éstas, pero dicha dependencia ha sido absoluta en términos por lo menos de un nutriente esencial, la vitamina B<sub>12</sub> que no se encuentra en la naturaleza fuera de los tejidos animales.



## BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, J.F., 1989. Presente y futuro de la producción animal en un mundo con limitaciones en recursos alimenticios. *Anales de la Academia de Ciencias veterinarias de Andalucía Oriental*, 1: 52-63.
- ALPER, D.H., CLUSE, R.E. y STENSOW, W.F., 1983. *Manual of nutritional therapeutics*. Little Brown. Boston, 53:110.
- ARMBRECHT, H.J., 1987. Dye and the effects of lactose on calcium and phosphorus uptakes by the rat small intestine. *Nutr. Res.*, 7:1164-1177.
- BAZAN, N.G., 1990. Supply of n-3 polyunsaturated fatty acids and their significance in the central nervous system. En: *Nutrition and the brain*. R.J. Wurtman y J.J. Wurtman. Raven Press. Nueva York., vol. 8:1-22.
- BLAXTER, K.L., 1962. *The energy metabolism of ruminants*. Hutchinson Scientific and Technical Publisher. Londres.
- BLAXTER, K.L., 1977. En: *Proceeding of the 2nd International Symposium on Protein Metabolism and Nutrition*. The Netherlands, European Association for Animal Production. Publication nº22.
- BODZY, P.W.; FREELAND, J.H.; EPPRIGHT, M.A. Y TYREE, A., 1977. Zinc status in the vegetarian. *Fed. Proc.*, 36:1139 (Abstr.).
- BOTHWELL, T.H.; CHARLTON, R.W.; COOK, J.D. y FINCH, C.A., 1979. In *Iron metabolism in man*. Blackwell Scientific Publishing Co. Oxford.
- BOZA, J., 1960. El flúor en la alimentación animal. *Avances en Alimentación Animal*, 1:5-7.
- BOZA, J., 1961. El molibdeno en la alimentación animal. *AYMA.*, 2:517-521.
- BOZA, J. y GOMEZ, A., 1963. El zinc en la alimentación animal. *AYMA.*, 4:293-299.
- BOZA, J., BUSTAMANTE, R. y LARRATEGUI, P., 1963. El selenio en la alimentación animal. *AYMA.*, 4:797-802.
- BOZA, J., 1989. La Ganadería: La "Mesta" del año 2000. En: *La Agricultura del siglo XXI*. Ed. J.I. Cubero. UIMP. Sevilla.

- BOZA, J.J., 1987. Influencia del nitrógeno no proteico de la dieta sobre la composición de ácidos grasos de los lípidos plasmáticos. Memoria de Licenciatura. Facultad de Farmacia. Granada.
- BRACKERTT, B.C.; SEIDEL, J.R. y SEIDEL, S.M., 1988. Avances en Zootecnia. Ed. Acribia. Zaragoza.
- CARLSON, S.C.; FERGUSON, M.G. y RHODES, P.G., 1985. Effect of the human milk and vegetable oil-containing formulas on docosahexaenoic acid of preterm red cell membrane phospholipids. III Symposium on Infant Nutrition. Bruselas.
- CRAWFORD, M.A., 1975. En: Proceeding III Wld. Cong. Animal Production. Melbourne. Ed. E.L. Reid. University Press. Sydney.
- CHO, E.S.; ANDERSON, H.L.; WIXOM, R.L.; HANSEN, K.C.; KRAUSE, G.F., 1984. Longterm effects of low-histidine intake on men. *Journal of Nutrition*, 29:369-384.
- DOKKUM, W. van y DE VOS, R.H., 1989. Minerals and trace elements in total diets in the Netherlands. *Brit. J. Nutr.*, 61:7-15.
- FAO, 1957. Protein requirements, report on the FAO Committee, FAO nutrition studies, nº 16. Roma.
- FAO/WHO, 1973. Energy and Protein Requirements. Report of Joint FAO/WHO ad hoc Expert Committee. Technical Report Series Nº552 FAO. Nutrition Meeting Report Series 52 WHO. Roma.
- FAO, 1980. Las grasas y aceites en la nutrición humana. Colección FAO: Alimentación y nutrición. Nº 20. Roma.
- FREELAND-GRAVES, J.H.; EBANGIT, M.L. y HENDRIKSON, P.J., 1980. Alterations in zinc absorption and salivary sediment zinc after a lacto-ovo-vegetarian diet. *Am. J. Clin. Nutr.*, 33:1757-1766.
- GOLDEN, M.H.N.; GOLDEN, B.E.; HARLAND, P.S.E.G. y JACKSON, A.A., 1978. Zinc and immunocompetence in protein-energy malnutrition. *Lancet*, 1:1226-1228.
- GOLDEN, B.E. y GOLDEN, M.H.N., 1979. Zinc deficiency during recovery from malnutrition. *J. Nutr.*, 24:32 (Abstr., 88).
- GRANDE COVIAN, F., 1984. Alimentación y Nutrición. Salvat editores. Madrid.
- HAMBIADGE, K.M.; HAMBIADGE, C.; JACOBS, M. y BAUM, J.D., 1972. Low Levels of zinc in hair, anorexia, poor growth, and hypogeusia in children. *Pediatr. Res.*, 6:868-874.
- HANSEN, M.A.; FERNANDEZ, G. y GOOD, R.A., 1982. Nutrition and immunity: The influence of diet on autoimmunity and role of zinc in the immune response. *Ann. Rev. Nutr.*, 2:151-177.
- HAWKES, J., 1979. Prehistoria. En: Historia de la Humanidad. UNESCO. Ed. Planeta. Barcelona. Vol. 1:33-291.
- HEIRD, W.C.; NICHOLSON, J.F.; DRISCOLL, Jr J.M.; SCHULLINGER, N.J. y WINTERS, R.N., 1972. Hyperammonemia resulting from intravenous alimentation using a mixture of synthetic L-amino acids: a preliminary report. *J. Pediatr.*, 81:162-165.
- KIRSHENBANER, H.G., 1960. Fats and oils. 2ª ed. Reinhold Publishing. Nueva York.
- KOCHHAR, A.; HIRA, C.K. y BAJAJ, S., 1987. Utilization of calcium from cereal-legume-potatoe diets supplement with milk. *Indian J. Med. Res.*, 86:315-320.
- KOLETZKO, B.; ABIODIUM, P.O.; LARYEA, M.D.; SCHMIDT, S. y BREMER, H.J., 1986. Comparison of fatty acid composition of plasma lipid fractions in well nourished nigerian and german infants and toddlers. *J. Ped. Gastroenterol. Nutr.*, 5:581-585.
- KRAUSE, M.V. y MAHAN, L.K., 1979. Nutrition and diet therapy. 6ª edición. W.B. Saunders. Philadelphia.
- KUMAR, S. y RAO, K.S.J., 1973. Plasma and erythrocyte zinc levels in protein calorie malnutrition. *Nutr. Metabol.*, 15:364-371.



- LAMPLEY, M.S. y WALTER, B.L., 1976. A possible essential role for dietary linolenic acid in the development of the young rat. *J. Nutr.*, 106:86-93.
- LEE, D.B.N.; WALLIN, M.W. y BRAUTBAR, W., 1986. Intestinal phosphate absorption influence of vitamin D and non-vitamin D factors. *Am. J. Physiol.*, 250:G639-6673.
- LEUTHARDT, F. y EDLBACHER, S., 1962. *Tratado de Química Fisiológica*. Aguilar. Madrid.
- LONNERDAL, V.; SANDBERG, A.; SANASTROM, B. y KUNZ, C., 1989. Inhibitory effects of phytic acid and other inositol phosphates on zinc and cadmium absorption in suckling rat. *J. Nutr.*, 119:211-214.
- MANSELL, P.I.; RAWLING, J. y ALLISON, S.P., 1987. Reserval of a skeletal myopathy, with selenium supplementation in a patient on home parenteral nutrition. *J. Clin. Nutr.*, 6:179-183.
- MORRIS, E.R. y ELLIS, R., 1980. Effect of dietary phytate zinc/molar ratio on growth and bone zinc response of rats fed semipurified diets. *J. Nutr.*, 110:1037-1045.
- MUNRO, H.N. y CRIM, M., 1980. *Eu: Modern nutrition in health and disease*. M.E. Shils y R.S. Goodhart, eds. 6ª ed., Lea y Febiger. Filadelfia.
- N.R.C. (National Research Council), 1989. *Recomended Dietary Allowances*. National Academy of Science. Washington.
- NEURINGER, M.; CONNOR, W.E.; PETTEN, C.V. y BARSTAD, L., 1984. Dietary omega-3-factor acid deficiency and visual loss in infant rhesus monkey. *J. Clin. Invest.*, 73:272-276.
- NEWSHOLME, F.A. y LEECH, A.R., 1987. *Bioquímica Médica*. Editorial Interamericana. México.
- NIYAMA, Y. y SAKAMOTO, S., 1983. Calcium utilization in pregnant rats fed soya protein isolate. *Nutritional Sci. Soya protein*, 4:46-51.
- NIKKARI, T.; RASENEN, L.; VIIKARI, Z.; AKERBLUM, H.; VUORY, I.; PYORALA, K., UHARY, M.; DHAL, M.; LAHDE, P.L.; PESONEN, E.; SUONINEN, P., 1983. Serum fatty acids in eight-year-old finnish boys: correlations with qualitative dietary data and other serum lipids. *Am. J. Clin. Nutr.*, 37:848-854.
- OLSON, O.E.; NOVACEK, E.J.; WITHEHEAD, F.I. y PALMER, I.S., 1970. Investigations on selenium. *Whent Phytochemistry*, 9:1181-1188.
- PLATT, S.R.; NADEAU, A.B.; GIFFORA, S.R. y CLYAESDALE, F.M., 1987. Protective effect of milk or mineral precipitation by Na phytate. *J. Food Sci.*, 57:240-241.
- REINHOLD, J.G.; PARSA, S.; KARIMIAN, N.; HAMMICK, J.W. e ISMAIL-BEIGI, F., 1974. Availability of zinc in leavened and unleavened wholemeal wheaten breads as measured by solubility and uptake by rat intestine in vivo. *J. Nutr.*, 104:976-982.
- RODRIGUEZ, A.; SOTO, G.; TORRES, S.; VENEGAS, G. y CASTILLO-DURAN, C., 1985. Zinc and cooper in hair and plasma on children with chronic diarrhea. *Acta Paediatr. Scand.*, 74:770-774.
- SANDSTEAD, H.H., 1973. Zinc nutrition in the United States. *Am. J. Cin. Nutr.*, 26:1251-1260.
- SANZ SAMPELAYO, M.R., 1980. Trabajo no publicado.
- SCHROEDER, H.A.; NASON, A.P. y TRIPTON, I.H., 1967. Essential trace elements in man: Cobalt. *J. Chron. Dis.*, 20:869-890.
- SOLOMONS, N.W., 1982. Biological availability of zinc in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, 35:1048-1075.
- TAYLOR, T.G., 1981. *Principios de nutrición humana*. Editorial Omega. Barcelona.
- TAYLOR, P.G.; MARTINEZ, C.; ROMANO, E.L. y LAYRISGE, M., 1986. The effect of cysteine containing peptides released during meat digestion on iron absorptions in human. *Am. J. Clin. Nutr.*, 43:68-71.
- UNDERWOOD, E.J., 1962. *Trace elements in human and animal nutrition*. Academic Press Inc. Nueva York y Londres.

- WALLIN, M.W., 1977. Intestinal inorganic phosphate transport. *Avd. Exp. Med. Biol.*, 103:131-147.
- WHEELER, T.G.; BONOLKEN, R.M. y ANDERSON, R.E., 1975. Visual membranes: specificity of fatty acid precursor for the electrical response to illumination. *Science*, 188:1312-1314.
- WHO (World Health Organization), 1985. Energy and and Protein Requirements. Report of a Joint FAO/WHO/ONU Expert Consultation. Technical Report Series 724 WHO. Ginebra.
- YAMORY, Y.; NARA, Y.; IRTANI, N.; WORKMAN, R.J. y INAGAMI, I., 1985. Comparison of serum phospholipid fatty acids among fishing and farming japanese population and american inlanders. *J. Nutr. Sci. Vitaminal*, 31:417-422.
- ZAIN, B.K.; HAQUANI, A.H. y IFFAT, U.N., 1978. Serum copper and zinc levels in protein-calorie malnutrition. *J. Trop. Pediatr.*, 24:198-199.