

Los nutraceuticos. Lo que es conveniente saber

(Nutraceutics. What is convenient to know)

Biruefe Guzmán A,* Juárez Hernández E,* Sieiro Ortega E,* Romero Viruegas R,** Silencio Barrita JL**

RESUMEN

Se define como nutraceutico a «cualquier alimento o ingrediente de los alimentos que ejerce acción benéfica en la salud del hombre». El término es adoptado a partir de lo que la industria de alimentos califica como alimentos funcionales, por tener algún efecto fisiológico que puede beneficiar la salud de quienes los ingieren. En este reporte se revisan los nutraceuticos y el papel que tienen en la preservación de la salud y la prevención de enfermedades.

Palabras clave: Nutrición, nutraceuticos, prevención de enfermedades.

SUMMARY

The word nutraceutic is defined as «a natural product with the capacity to prevent or health disease». The term has been adopted by the food marketing industry and describe as the functional food product those with physiological effects which may be beneficial for the health. This review summarizes the nutraceutic known.

Key words: Nutrition, nutraceutics, disease prevention.

Con el término nutraceutico se conoce a algunos alimentos o los componentes nutricios de éstos, que proveen beneficios para la salud de los seres humanos o para la prevención o tratamiento de los enfermos afectados por determinados padecimientos o malestares.¹ Generalmente son productos elaborados a partir de alimentos para ser comercializados en forma de píldoras o polvos y otras presentaciones, y que no requieren para su comercialización haber demostrado su bondades ante las correspondientes instancias sanitarias.

Su clasificación se hace:

Por los nutrimentos que contienen, según se trate de azúcares, grasas, aminoácidos, vitaminas y nutrimentos inorgánicos.

Por sus compuestos químicos que contienen: como fibra dietética, isoflavonas, antioxidantes, carotenos, licopenos, ácidos grasos W3 y W6, compuestos fenólicos, fosfolípidos, fitoesteroles, y los omega 3 y 6.

Prebióticos: por contener microorganismos benéficos.

La nutrición en los seres biológicos y en especial en el hombre es una parte imprescindible para su salud física y mental e indispensable para su actividad diaria y su productividad.¹ Por otro lado, algunos alimentos, en particular los llamados *alimentos funcionales*, pueden prevenir o contribuir en el tratamiento de las enfermedades que han cobrado especial interés por su frecuencia, en años recientes; entre éstas están el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, la hipercolesterolemia y la diabetes.

Así pues, los nutraceuticos son sustancias biológicas extraídas de fuentes naturales, que se caracterizan mediante procesos biotecnológicos antidesnaturalizantes por conservar sus propiedades originales sin hacer algún tipo de manipulación química. Una vez extraídos de su fuente natural, estas sustancias se estudian mediante procesos similares a los que se emplean para identificar las propiedades biológicas de los fármacos usados en animales y humanos; cuando sus propiedades han sido documentadas, se comercializan para consumo por humanos como complementos nutricionales, sin sustituir la dieta

* Escuela de Dietética y Nutrición del ISSSTE.

** Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán INCMNSZ.

diaria. En virtud de sus propiedades biológicas, algunos de estos bioderivados actúan como medicamentos potenciales y pueden prescribirse como coadyuvantes terapéuticos con fines preventivos o curativos. Como concepto, el nutraceutico se encuentra entre un producto natural no elaborado y una sustancia química xenobiótica o extraña para el organismo.³

En general, las propiedades funcionales de sus componentes nutricios van implícitas en la razón de su empleo, por lo que no es necesario hacer alguna prueba biológica o de laboratorio que justifique su recomendación, pues numerosos consumidores ingieren diariamente alimentos funcionales con ingredientes nutraceuticos, así como otros suplementos dietéticos que también contienen nutraceuticos; tan sólo en Estados Unidos el 47% de los hombres y el 50% de las mujeres toman diariamente vitaminas, nutrimentos inorgánicos, extractos herbales y otros suplementos. La creciente industria de los nutraceuticos surge en la intersección de los sectores alimentario, farmacéutico y agrícola, y es probable que influya en el futuro de todos ellos de modo significativo; es en muchos sentidos algo parecido al gran impacto y rápido desarrollo de la biotecnología. Los consumidores que buscan el control personal de su propia salud han dado lugar a un rápido crecimiento de este sector.¹

La función que juegan los componentes activos de los alimentos funcionales ha cambiado el papel de la dieta en la salud. Los nutraceuticos han evolucionado la ciencia de los alimentos y la nutrición y se han involucrado en el tratamiento de ciertas enfermedades y la reducción del riesgo de morir. Los alimentos ya no sólo son evaluados en términos de macronutrimentos y micronutrimentos, sino que se analiza además su contenido de otros componentes activos y su papel en la prevención y tratamiento de enfermedades;² es por esto que se toma en cuenta su concentración y el número de veces que rebasa las recomendaciones de su ingestión diaria. De hecho, los alimentos que son fuente importante de algún nutrimento se convierten en nutraceuticos potenciales.¹

ANTECEDENTES

La relación inseparable entre salud y alimentación se ha reconocido por lo menos desde hace 2,500 años. Hipócrates, el filósofo griego padre de la medicina, decía: «Permitan a los alimentos que sea su medicina y a la medicina, que sea su alimento.»³

Actualmente se considera que la alimentación de los seres humanos es el conjunto de procesos biológicos, psicológicos y sociológicos que se relacionan con la ingestión de alimentos que proveen al organismo de los nutrimentos que necesita, así como lograr la satisfacción in-

telectual, emocional, estética y sociocultural que le es indispensable para tener una vida plena.⁴ Desde los albores del siglo XX se sabe de la necesidad del organismo para ingerir cantidades razonables y proporcionales de macronutrimentos (proteínas, hidratos de carbono y lípidos) y de micronutrimentos (vitaminas y minerales) para prevenir o recuperar a personas enfermas por deficiencias específicas de estos nutrimentos.

La Asociación Americana del Cáncer estima que 70% de los enfermos con cáncer tiene problemas asociados a alguna(s) deficiencia(s) de nutrimentos; por otra parte señala que son tres las principales enfermedades que causan la mayoría de las muertes en el mundo: las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y la diabetes, todas relacionadas con problemas nutricionales.⁵

Con el avance de la ciencia y la tecnología fue posible la síntesis química ganando precedencia ante otros procedimientos terapéuticos convencionales. Sin embargo, aunque los fármacos han permitido optimizar el tratamiento de muchas enfermedades, los enfermos son sometidos a terapias que traen como consecuencia efectos secundarios. Ante estas circunstancias, en otras culturas cobró importancia la búsqueda de alternativas; así, los japoneses fueron los primeros en usar alimentos como posible fuente de salud y prevención de las enfermedades. En tal forma nació el sistema FOSHU (alimentos para uso específico en humanos) y legisló el mercado de alimentos funcionales que surgió en Japón desde los años 80.

Esta nueva propuesta fue incorporada en el mundo occidental y fue el Dr. Stephen L. Defelice el primero en definir a esta modalidad de alimentos funcionales o nutraceuticos como «cualquier sustancia que se puede considerar como alimento o ingrediente de un alimento, el que además de su valor nutricio, aporta a quien lo consume beneficios para su salud y previene enfermedades». La novedad de estos alimentos funcionales estriba en el conocimiento científico de las propiedades benéficas que poseen, incluyendo en ellas la prevención de enfermedades. A este respecto, los nutraceuticos se han asociado a la prevención y tratamiento de al menos cuatro de las enfermedades que contribuyen con una alta tasa de mortalidad en los países desarrollados (cáncer, diabetes, enfermedades cardiovasculares e hipertensión arterial) y en la prevención de otras enfermedades, como defectos del tubo neural, osteoporosis y artritis.⁸

DESCRIPCIÓN Y UTILIDAD CLÍNICA DE LOS NUTRACÉUTICOS

Cabe primero destacar que la clasificación de los nutraceuticos puede parecer subjetiva y propia del grupo de alimentos que forman parte, siendo similares estructural

y funcionalmente. Entre el grupo de estos nutrimentos con similitudes en su composición química, se pueden mencionar los siguientes:

ANTIOXIDANTES

Los seres humanos estamos expuestos a gran número de «agentes oxidantes» producto de la contaminación, situaciones de estrés, inhalación de humo del cigarro y otros compuestos químicos que se adicionan a alimentos o para la conservación de éstos. Por otro lado, como producto de las reacciones químicas el cuerpo produce «radicales libres» (RL) por lo que si bien ordinariamente son neutralizados por los antioxidantes biológicos, pueden causar la oxidación de las membranas para después dañar al ADN, desencadenando una serie de reacciones no deseables que pueden conducir al desarrollo de enfermedades como cáncer, problemas cardiovasculares y el natural envejecimiento. Es pertinente mencionar que los antioxidantes son compuestos que por su estructura química frenan la formación de radicales libres, previenen o permiten tratar las enfermedades causadas por el estrés oxidativo. Es por eso que para cuantificar la capacidad antioxidante de los alimentos, recientemente se desarrolló una prueba conocida por ORAC (por sus siglas en inglés Oxygen Radical Absorbing Capacity).⁶

Entre los antioxidantes más importantes podemos nombrar:

VITAMINA C

Es un compuesto hidrosoluble que figura en primera línea de defensa de los antioxidantes presentes en el plasma; es un poderoso inhibidor de la oxidación de los lípidos. Regenera la vitamina E (que actúa también como antioxidante) y protege de los efectos de los antioxidantes del tabaco. El ácido ascórbico reacciona fácilmente con los radicales libres que pasan a ser radicales ascorbilo; éstos rápidamente se descomponen para producir ácido ascórbico y ácido deshidroascórbico. Es mediante estas reacciones, que la vitamina C captura radicales libres potencialmente tóxicos, como los radicales superóxido o hidroxilos y regenera el tocoferol a partir de los radicales tocoferilo.

Se ha sugerido que el ácido ascórbico podría interactuar con los radicales urato o tocoferilo para regenerar las especies reducidas de cada uno de ellos, con lo que la vitamina C actuaría, además de antioxidante, como regenerador de otros antioxidantes fisiológicos.⁹ Esta vitamina está presente en frutas tales como la guayaba, naranja, limón, entre otros como chile, papa (en el pericarpio) y en verduras de hojas verdes.

Cabe mencionar que se absorbe por transporte activo y por difusión pasiva. La forma oxidada del ácido deshidroascórbico y el ácido deshidroascórbico, se absorbe más fácilmente ya que el pH fisiológico no se encuentra ionizado, es menos hidrofílico y, por tanto, atraviesa mejor las membranas celulares. En cuanto a su absorción, tiene efecto en el intestino delgado donde se absorbe entre el 80 y 90%, cuando la ingestión de la vitamina es baja; sin embargo, su absorción se reduce significativamente cuando se ingiere una dosis mayor a 1 g/día.

Una vez en el plasma, la vitamina C se encuentra en su forma reducida y es transportada al interior de las células mediante los transportadores de glucosa y por transportadores específicos. Para ser transportada se oxida a ácido deshidroascórbico, reduciéndose después a ascorbato en el interior de las células. El transportador específico de la vitamina C es más rápido y eficiente que el transportador de la glucosa, que se inhibe por la glucosa y es estimulado por la insulina. Por este motivo, los diabéticos tienen una mayor concentración plasmática de ácido deshidroascórbico por arriba de lo normal.⁹

VITAMINA E

También llamada tocoferol o α -tocopherol (el más potente y abundante en los alimentos) es un potente antioxidante liposoluble que protege la integridad de las membranas celulares. Se le encuentra en fuentes de origen vegetal ricas en aceite.¹³ Si no hay una concentración normal de vitamina E en el organismo, los radicales libres oxidan los ácidos grasos de la doble capa lipídica de la membrana celular, afectando la estructura de las células. Es por esto que se asume que puede prevenir el natural envejecimiento de las personas y actuar en la prevención del cáncer; también facilita la absorción de vitamina A (por prevenir su oxidación en el intestino) y aumenta su acción antioxidante en presencia de cinc.¹⁴ En los alimentos está presente en aceites vegetales, germen de trigo, semillas oleaginosas (nueces, cacahuates, almendras y otras) y verduras de hoja verde.

Su absorción puede ser tan pobre como 20% y tan alta como 80%; generalmente se absorbe unida a los lípidos de la dieta por medio de micelas, su utilización depende de la presencia de grasas y de una función pancreática y biliar normal. Una vez absorbida, se capta por los quilomicrones y las VLDL, que se encuentran en la linfa y se almacena en hígado y en el tejido adiposo.¹⁵ Luego, la vitamina se vuelve a unir a la VLDL y la HDL para ser captada por las células, dirigiéndose, principalmente, a las partes lipídicas de las membranas celulares. Se excreta principalmente por la bilis y las heces y en menor cantidad por la orina.

COMPUESTOS FENÓLICOS

Una amplia familia de nutraceuticos posee propiedades benéficas para la salud, que van desde la inhibición de la propagación del cáncer, prevención de la aterosclerosis, embolias, o procesos inflamatorios y ataques cardiacos. Los más fácilmente oxidables son los fosfolípidos o triacilgliceroles que contienen ácidos grasos poliinsaturados omega-3 y omega-6. Se dividen en tres grupos:

a) Isoflavonas

Conjunto de compuestos presentes en algunos vegetales pero sobre todo especialmente en la soya. Dentro de esta familia de las isoflavonas podemos encontrar la daidzeína, la gliciteína y la genisteína. El consumo de isoflavonas juega un papel importante en la disminución del riesgo de contraer enfermedades y se ha mencionado que tiene acción antitumoral, anticancerígena, antioxidante y mejora la respuesta inmune, además de tener algún efecto en la reducción del riesgo cardiovascular y de síntomas asociados a la menopausia. Las isoflavonas están en los alimentos en forma conjugada. Cuando éstos son ingeridos, las isoflavonas conjugadas son hidrolizadas en el intestino por β -glucosidasas dando como producto componentes como aglicoles y productos bioactivos como daidzeína y genisteína. Éstos pueden ser absorbidos o metabolizados mucho más. El metabolismo adicional de aglicoles parece estar influenciado por componentes de la dieta. Un alto contenido de hidratos de carbono en la dieta favorece una creciente fermentación en el intestino, por lo que más isoflavonas son transformadas en equol. Este hecho puede ser relevante, dado que la potencia del equol es más alta que la de su precursor, la daidzeína.

También las bacterias intestinales tienen un efecto en el metabolismo de las isoflavonas, cuando el contenido de la flora intestinal desciende (por el empleo de antibióticos en bebés) cae el metabolismo de estos compuestos. En los animales libres de gérmenes no hay isoflavonas en la sangre o la bilis. Como los estrógenos de naturaleza endógena (estradiol), las isoflavonas se metabolizan en el intestino o en el hígado, aunque su absorción sucede a lo largo del intestino delgado y se secreta la bilis y orina. La excreción de las isoflavonas puede entrar ampliamente en los individuos, debido a que cada persona tiene su propia microflora intestinal según las particularidades de los alimentos que gusta ingerir, la forma en la que los ingiere y las costumbres higiénicas que adopta. Una vez absorbido, el equol muestra tener menor afinidad y se limitará a las proteínas del suero, por lo que tiene mayor disponibilidad que el estradiol.¹⁶

b) Flavonoides y antocianinas

Son una diversa clase de pigmentos constituyentes normales de las células o los tejidos que dan color a los alimentos. Tienen una estructura química similar a la de las antocianinas, que son pigmentos hidrosolubles presentes en el líquido vacuolar de las células responsables de la mayoría de las coloraciones rojas, azules y violetas de las flores y hojas. Se conocen actualmente alrededor de 800 flavonoides y su número aumenta rápidamente: uno de los grupos principales es el de los **flavonoles**, como el canferol, quercetina y mirecetina. Otro grupo menos común es el de las **flavonas**, al que pertenecen miembros como la apigenina, luteolina y tricetina.

En los frutos, la mayoría de estos flavonoides se encuentran en el pericarpio, por lo que es mejor que se ingieran sin pelar, pero previamente lavados. También es importante destacar que estos compuestos se encuentran, en proporciones variables, en los distintos tipos de vino, y se les atribuye el efecto preventivo del consumo moderado de vino en problemas cardiovasculares, cáncer y otras enfermedades degenerativas. Se recomienda su ingestión para mantener los tejidos sanos y promover un adecuado equilibrio de hormonas y antioxidantes en el organismo, debido a que muchos flavonoides parecen tener un importante papel en la alimentación y en ciertas propiedades medicinales, como el llamado ejiresbenatiol; entre este tipo de propiedades cabe destacar su efecto antioxidante, como anticancerosos, antitrombóticos y como reductores de la concentración de colesterol en sangre.

c) Carotenos

Es un compuesto químico cuyo espectro de absorción (β -caroteno) muestra dos picos: entre los 400 nm y 500 nm, que corresponden al azul y verde, por lo que la luz que refleja (roja-anaranjada-amarilla) da lugar a su color característico.

Su efecto nutraceutico lo ejerce al reducir el riesgo de ataques cardiacos; funciona como antioxidante liposoluble y aumenta la eficiencia del sistema inmunológico. Puede reducir la incidencia de algunos tipos de cáncer, pero a la vez aumentar la probabilidad de padecer cáncer de pulmón en personas fumadoras.

De acuerdo con la OMS, en los países occidentales los factores dietéticos están implicados en alrededor de un 30% de los cánceres y en países en desarrollo están implicados en 20% de éstos. Al licopeno (responsable del color del tomate y la sandía) se le atribuye un efecto preventivo en el cáncer, pues a medida que se incrementa el consumo de tomates, calabazas, espinacas, sandía, y li-

mones es mayor la cantidad de licopeno, α -caroteno, β -caroteno, β -cryptoxantina, luteína y zeaxantina se reduce el riesgo del cáncer de próstata. Los vegetales de color verde oscuro y amarillo anaranjado son también una buena fuente de β -caroteno. Cabe hacer mención que generalmente el β -caroteno de los suplementos comerciales es sintético y tiene una sola molécula, llamada todo trans- β -caroteno; en tanto que el β -caroteno de los alimentos está constituido por dos moléculas: el todo trans- β -caroteno y el 9-cis β -caroteno, aunque la proporción de uno y otro varía de una fuente a otra. Si bien no se ha observado ninguna diferencia significativa entre el beta-caroteno natural y el sintético, es posible que el beta-caroteno natural tenga una actividad distinta a la de la forma sintética.¹⁷

La absorción de los carotenoides se ve afectada por la digestión de pigmentos, la presencia de grupos hidroxílicos y el grado de esterificación. La absorción de la astaxantina (AXT) ocurre principalmente en el ciego mientras que la cantaxantina (CTX) se absorbe a lo largo de todo el tracto digestivo. El transporte de la AXT se hace por las lipoproteínas de alta densidad (HDL) y en hembras maduras la vitelogenina participa en el transporte de AXT del hígado y el músculo a los ovarios. El hígado es el principal órgano almacenador de compuestos transportados por lipoproteínas y consecuentemente de una proporción alta de los carotenoides absorbidos, que son metabolizados en él y excretados por la bilis, por lo que no están disponibles para la pigmentación de los músculos.¹⁷ Una vez ingerido el β -caroteno se transforma en vitamina A en la mucosa del intestino delgado y es almacenado principalmente en el hígado en forma de ésteres de retinol. El β -caroteno también puede absorberse y almacenarse en el tejido graso sin que sea modificado, produciendo una coloración ligeramente amarilla o anaranjada en las palmas de las manos y las plantas de los pies.

d) Selenio-metionina

Es un compuesto anticancerígeno que se obtiene mediante el cultivo de una levadura que incorpora este mineral a la proteína, por lo que se le denomina selenio. Este mineral es fundamental en los mamíferos para la producción de una de las enzimas protectoras antioxidantes conocida como glutatión peroxidada.¹⁸ Una de las grandes ventajas de la Se-metionina es que el selenio no es tóxico asociado a su contraparte inorgánica. Se han hecho estudios que muestran una reducción aproximada de 50% en la incidencia de cáncer de pulmón, próstata y colon. Aunado a esta ventaja la Se-metionina previene enfermedades cardiovasculares, refuerza el sistema inmunológico y retrasa el avance de enfermedades virales.

e) Fitoesteroles

Son esteroides de origen vegetal ampliamente distribuidos en la naturaleza, cuya estructura es similar a la del colesterol. Desde hace muchos años se conoce que estos esteroides tienen un efecto hipocolesterolémico, cuando se ingieren de 1-3 g/día; se les considera importantes aliados en la prevención de las enfermedades cardiovasculares, por lo que se recomienda su consumo en personas con hipercolesterolemia leve o moderada.

El efecto hipocolesterolémico de los fitoesteroides se atribuye a tres acciones metabólicas: inhibe la absorción intestinal de colesterol al competir en la incorporación del colesterol a las micelas mixtas. Disminuye la esterificación del colesterol en los enterocitos al inhibir la actividad de la enzima acilCoA-colesterol-acil transferasa, y estimula el flujo de colesterol desde los enterocitos hacia el lumen intestinal, al aumentar la actividad y la expresión de un transportador. La acción conjunta de los esteroides sobre estos mecanismos produce una disminución del colesterol total plasmático y del colesterol-LDL, sin que se modifique la concentración de colesterol-HDL.¹⁹

Debido a que los fitoesteroides son más lipofílicos que el propio colesterol, propiedad derivada de las características de mayor extensión y complejidad de la cadena lateral, los esteroides y los estanoles desplazarían competitivamente al colesterol, desde la micela mixta formada por los fosfolípidos y las sales biliares en el lumen intestinal. Es así como al tomar contacto la micela mixta con el ribete del borde en cepillo conformado por las microvelocidades de las células epiteliales del intestino, los fitoesteroides ocupan el lugar del colesterol.

Por otra parte, el colesterol no emulsionado, desplazado de la micela, no se absorbe y es eliminado en el excremento. A su vez los fitoesteroides, particularmente los fitoestanoles, son escasamente absorbidos, por lo que durante la transferencia de los ácidos grasos y monoglicéridos, de la micela a las células intestinales, ocurre el desensamblaje de la micela mixta liberando los esteroides y estanoles acompañando al colesterol no absorbido, los que finalmente serán excretados en las heces. Es éste el primer nivel de acción de los esteroides.

En cuanto a la absorción intestinal de los fitoesteroides suele ser extremadamente baja (menos del 0.5%-1%) y aún menos la de los fitoestanoles. Sin embargo, cuando estos esteroides son absorbidos hay una inhibición de la ACAT (segundo nivel de acción) por lo que el colesterol no es eficientemente reesterificado e incorporado a los quilomicrones, lo que estimula el flujo del colesterol no esterificado hacia el lumen. Los esteroides producen una sobreexpresión de los genes que codifican a las proteínas

de la estructura del transportador ABC, acelerando así el flujo de colesterol (tercer nivel de acción).²⁰

f) Fibra dietética

Con este nombre se conoce a los polisacáridos componentes de las células de origen vegetal para los que el tracto digestivo de los humanos no tenemos las alfa glucosidasas que permiten su hidrólisis, tanto aquellas que son solubles como las insolubles. Estudios epidemiológicos hacen pensar que el bajo contenido de fibra en la dieta está relacionado con una mayor frecuencia de enfermedades como cáncer del colon y otras de las calificadas como crónicas.

La fibra insoluble de los alimentos de origen vegetal estimula la masticación, salivación y secreción de jugos digestivos, por lo que facilita la digestión, favorece el volumen del bolo alimenticio y aumenta el volumen fecal; estimula los movimientos peristálticos y permite regularizar la frecuencia de defecación. Por otra parte, la fibra soluble retarda el vaciamiento gástrico facilitando de esta manera el retraso de la absorción de glucosa en el intestino y sirve de sustrato alimenticio para las bacterias del colon que liberan gases, favoreciendo el tránsito intestinal y evitando el estreñimiento.²¹

SAPONINAS

Son compuestos naturales que desde el punto de vista estructural se caracterizan por tener enlaces glucosídicos y/o ésteres entre una genina (poco polar) con restos glucídicos. Son metabolitos secundarios, ampliamente distribuidos en las plantas superiores en forma de glucósidos.

INULINA Y OLIGOFRUCTOSA

Son oligosacáridos derivados de la sacarosa y obtenidos de fuentes vegetales como la raíz de cebolla y el ajo. Tienen las propiedades ya mencionadas de la fibra, pero además regulan el tránsito intestinal, contribuyen a una mejor absorción de calcio, estimulan las defensas naturales de la flora intestinal, reducen en sangre la concentración de colesterol de tipo LDL y de glucosa. Por otra parte, la oligofructosa inhibe la lipogénesis hepática y tiene un efecto hipotriglicéridémico, disminuyendo el riesgo de aterosclerosis; además controla el estreñimiento al favorecer el desarrollo de bifidobacterias y bacilos *subtilis* en el colon, evita el crecimiento de microorganismos putrefactivos y tiene un factor preventivo del cáncer de colon.²²

ACEITES, ÁCIDOS GRASOS Y FOSFOLÍPIDOS

Los ácidos grasos omega 3, docosahexaenoico (DHA), eicosapentaenoico (EPA) y en general las grasas poliinsaturadas,

en especial del tipo omega 3 que se encuentran presentes en el aceite de pescado, poseen un efecto protector por disminuir la viscosidad de la sangre, reduciendo así el riesgo de formación de trombos. La grasa monoinsaturada, cuyo principal representante es el ácido oleico presente en el aceite de oliva, tiene también una acción protectora al favorecer el incremento en la concentración del colesterol «bueno» (HDL-c) y evitar la oxidación del colesterol «malo» (LDL-c).²³ Los aceites de pescado tienen grandes cantidades de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (AGPI n-3), ácido EPA y ácido DHA. Entre los aceites de pescado las fuentes más ricas son los conocidos como «pescados azules» (salmón, trucha, sardina, atún). El alto contenido de DHA y EPA en estos pescados es debido al consumo de fitoplancton (que es rico en AGPI n-3), lo que les permite adaptarse a la vida en aguas frías.

En años recientes, la disminución significativa de las enfermedades coronarias, arritmias cardíacas, e infartos agudos del miocardio, principales causas de muerte súbita al aumentar el gasto cardíaco e inhibir casi por completo la agregación plaquetaria, han contribuido a la prevención de las trombosis, relajan el músculo liso de los vasos sanguíneos y disminuyen la presión arterial. Es por eso que los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga omega-3 se han vinculado con los efectos antiarrítmicos, antitrombóticos, antiescleróticos, antihipertensivos y profilácticos de las enfermedades coronarias.²⁴ Otras fuentes en alimentos de origen vegetal son los vegetales de hojas verdes: como la verdolaga, los quelites y el brócoli.

El consumo diario de ácidos grasos, indispensables en un adecuado equilibrio y cantidad de omega 6 y omega 3, contribuye a estabilizar el metabolismo de las grasas en el organismo e interviene positivamente en otros procesos orgánicos. Gracias a éstos, el metabolismo del colesterol, su concentración y transporte en la sangre logran un equilibrio que reduce el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular. Concretamente, estos ácidos grasos intervienen en la reducción del colesterol que es transportado en las lipoproteínas de baja densidad, sobre todo las partículas más pequeñas y densas de éste, que son las de mayor peligro, identificadas como lipoproteínas de baja densidad (LDL) o «colesterol malo», y promueven el aumento de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) o «colesterol bueno», que limpia las arterias en vez de las células del tejido endotelial, tapizando el interior de las arterias donde se producen las lesiones ocasionadas por la aterosclerosis. Por eso el aporte equilibrado de ácidos grasos indispensables y en proporción significativa de grasas poliinsaturadas y monoinsaturadas, permite retardar la aparición de lesiones ateroscleróticas y la ingestión de ácidos grasos poliinsaturados retra-

sa (o corrige) la aparición de la diabetes en personas adultas, lo que reduce los riesgos cardiovasculares.

2. PROBIÓTICOS

Son microorganismos vivos que una vez ingeridos en cantidades razonables ejercen acciones positivas en la fisiología intestinal que promueven o favorecen la salud. La forma más frecuente de consumo de probióticos es en alimentos lácteos, que contienen bacterias que se reproducen en el intestino, como los lactobacilos y las bifidobacterias, por lo que estos alimentos tienen efectos benéficos adicionales a los de su función nutritiva, por lo que se les considera en el grupo de los llamados alimentos funcionales.²⁵

Entre algunos de los beneficios de estos alimentos se incluyen su acción coadyuvante en las enfermedades infecciosas gastrointestinales; también en enfermedades crónicas intestinales como la colitis ulcerosa, actúan como inmunomoduladores, favorecen la biodisponibilidad de nutrimentos y contribuyen al tratamiento de algunas enfermedades cardiovasculares, la diabetes mellitus no insulino dependiente, en el manejo de personas obesas, la osteoporosis y el cáncer.

Los efectos en el intestino se deben a su acción directa o indirecta en la regulación de la microflora intestinal y en su aparente acción en la respuesta inmunológica.²⁶ Entre las bacterias responsables de los efectos ya mencionados se encuentran las llamadas bacterias ácido-lácticas, como: *Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. casei* spp *rhamnosus*, *L. delbrueckii* spp *bulgaricus*, *L. fermentum*, *L. reuteri*, *Lactococcus lactis* spp *lactis*, *Lactococcus lactis* spp *cremoris*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. infantis*, *B. adolescentis*, *B. longum*, *B. breve*, *Enterococcus faecalis* y *Enterococcus faecium*.²² Cabe mencionar, además, que estas bacterias ácido-lácticas dan sabor y textura a estos alimentos e incrementan su valor nutritivo. Es por eso que desde hace décadas se usan en la industria alimenticia como bioconservadores (debido a la producción de bacteriocinas y otras sustancias que tienen una acción antibacteriana para otros microorganismos y contribuyen a la prevención de la descomposición de los alimentos. Entre las bacteriocinas representativas de esta actividad se pueden mencionar la nicina, pediocina y las plantarinas E/K y J/K, además de la divergicina A, y helveticina J.²⁶

Dentro de este grupo de bacterias se consideran también las de la flora bacteriana de plantas y vegetales, por lo que el consumo adecuado de estos alimentos, proveerá un adecuado aporte de los probióticos que requieren para el crecimiento de las bacterias en el intestino, aunado a otros componentes como el ácido fólico, la vitamina B₁₂ y la vitamina K.

Una vez ingeridos los probióticos ocurren cambios cuantitativos y cualitativos en la microflora intestinal que repercuten positivamente en el estado de salud de quien consume estos alimentos. Es oportuno resaltar que los microorganismos de la flora intestinal tienen funciones específicas para conservar la salud del hombre. Esta función es la suma a las actividades combinadas de aquellos microorganismos que actúan en la fermentación de sustratos de dieta que no son digeribles y la acción del moco que producen las células del epitelio intestinal que facilita la producción de ácidos grasos de cadena corta (acetato, propionato y butirato) que favorecen la recuperación y absorción del calcio, hierro y magnesio, así como en la regulación del metabolismo de la glucosa y la síntesis de la vitamina K y de los componentes del complejo B. Una forma de actuar de los probióticos para lograr alcanzar un buen estado de salud de una persona, es mediante la resistencia que otorga contra la invasión intestinal de microorganismos patógenos, interfiriendo en su crecimiento por la presencia de un medio ácido: por la generación de sustancias antimicrobianas (como el ácido láctico), otros ácidos de cadena corta y metabolitos como el peróxido de hidrógeno, el diacetilo y las bacteriocinas.²⁷

3. NUTRIMENTOS INORGÁNICOS

Hierro. Este micronutriente u oligoelemento, interviene en la estructura de la hemoglobina presente de los glóbulos rojos y en la actividad enzimática de algunas reacciones celulares. Es pues importante en la síntesis de la hemoglobina e interviene en la cadena respiratoria.²⁸

El organismo tiene reservas de este mineral en el hígado, bazo y médula ósea; se le clasifica en hierro hem y no hem: el hem es hierro de origen animal cuya biodisponibilidad es de 20 a 30%. Su principal fuente son las carnes (especialmente las llamadas carnes rojas); como contraste, el hierro no hem de los alimentos de origen vegetal se absorbe entre un 3 y 8% del ingerido; este último se encuentra en las legumbres, hortalizas de hojas verdes, salvado de trigo, frutos secos, vísceras y yema del huevo.

Para mejorar la absorción del hierro no hem es aconsejable el consumo de alimentos con alto contenido en vitamina C y evitar la ingestión de alimentos que interfieren con su absorción, como té negro, café, leche de vaca, la clara del huevo, salvado de trigo y productos de soya.²⁹ Su absorción se hace en el duodeno y parte alta del yeyuno. Se encuentra en los alimentos en forma férrica o en forma ferrosa y su absorción se ve favorecida dado que la acidez gástrica cambia la forma férrica en ferrosa, que se absorbe mejor. El hierro se transporta por medio de la transferrina, que es una proteína sintetizada en el hígado; después de ser absorbida es transportada a la médula

la ósea donde tiene lugar la eritropoyesis (la producción de los glóbulos rojos).

Calcio. El calcio actúa como mediador intracelular cumpliendo una función de segundo mensajero; por ejemplo, el ion Ca^{2+} interviene en la contracción de los músculos. También está implicado en la regulación de algunas enzimas que actúan en fosforilación; por ejemplo en la proteína quinasa C (PKC); tiene funciones enzimáticas similares a las del magnesio, en los procesos de transferencia de fosfato. Algunas de sus sales con calcio son bastante insolubles, por ejemplo el sulfato (CaSO_4), el carbonato (CaCO_3) y el oxalato de calcio e interviene en varios biominerales.

Se encuentra presente en los huesos, como hidroxapatita cálcica ($\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$) y está vinculado con el fósforo, por lo que la falta o exceso de cualquiera de estos dos macronutrientes afecta la absorción del otro.

Durante el crecimiento corporal, el calcio es uno de los nutrientes inorgánicos más importantes para formar y mantener dientes y huesos sanos. Mantener la concentración normal de calcio durante toda una vida ayuda a prevenir la osteoporosis.³⁰

Se absorbe de manera selectiva en el medio ácido del duodeno y por acción de la vitamina D, que estimula la liberación de una proteína transportadora de este mineral. Su concentración en la sangre es regulada por las hormonas paratiroidea y calcitonina; cuando hay déficit de calcio la hormona paratiroidea obtiene el calcio de los huesos (resorción) y estimula la reabsorción de calcio a nivel renal.

Ácido fólico: previene un número significativo de niños recién nacidos con defectos de la línea media: en el cerebro (anencefalia) y de la médula espinal, que se conocen como defectos del tubo neural; la condición es que la mujer lo ingiera desde antes de su embarazo o en las primeras tres semanas de la gestación.

En los alimentos que contienen uno o más ácidos glutámicos, la forma monoglutámica se absorbe directamente en el intestino y los poliglutamatos requieren de la enzima intestinal (folil-poliglutamato hidrolasa) para la hidrólisis que facilita su absorción. La bilis contiene ácido fólico, el cual es reabsorbido y mediante una circulación enterohepática le permite mantener cierta reserva de ácido fólico en el hígado.

TOXICIDAD

Vitamina C. Los efectos tóxicos de la vitamina C son poco factibles, pues se almacena en el cuerpo en forma limitada; sin embargo, no se recomienda ingerir más de 2,000 mg/día, ya que a tales dosis pueden provocar malestares estomacales y diarrea.³¹

Vitamina E. Como vitamina liposoluble es almacenada en la grasa corporal y se excreta por orina, como todas las vitaminas. Por eso es posible que se acumule en los tejidos y alcance concentraciones tóxicas. El consumo máximo combinado, de fuentes alimenticias y suplementos, es de 1,000 miligramos. Las manifestaciones de toxicidad incluyen: debilidad muscular, fatiga, visión doble, náusea, diarrea y flatulencias.³²

Carotenos. El exceso en el consumo de carotenos da lugar a anorexia, irritabilidad, hepatomegalia, alopecia y dolor de cabeza. En los niños pequeños da lugar a hidrocefalia e hipertensión craneana; se depositan debajo de la piel y el síntoma más notorio es ictericia notoria en las palmas de las manos.³³ Puede producirse por el consumo exagerado de jugo de zanahoria y verduras.

Flavonoides y antocianinas. El hecho de que los flavonoides no sean tóxicos, aun a dosis muy altas, ha motivado el interés potencial de su empleo como agentes antioxidantes y radioprotectores.³⁴

Fibra dietética. El exceso de fibra puede dar molestias, como flatulencia o cólicos abdominales; en algunos casos ha dado lugar a obstrucción intestinal. Puede interferir con la absorción de nutrientes minerales y vitaminas.

Omega-3 DHA EPA. No se conocen efectos tóxicos.

Calcio. El exceso de calcio puede ser causa de cálculos renales.

Ácido fólico. Una ingestión mayor a 1,000 mg/día puede generar síntomas de deficiencia de cobalamina (degeneración nerviosa y enmascaramiento de anemias) por la interacción con la cobalamina, por lo que no se debe exceder de esta cifra.

Hierro. Se ha indicado ya que el incremento en la reserva de hierro puede estar relacionado con un aumento en la concentración de hierro libre en la sangre, lo que produce, a su vez, una mayor generación de radicales libres. La presencia de estos radicales incrementa los procesos oxidativos y por esta vía, el hierro puede ser responsable del desarrollo de procesos neoplásicos y de mayor riesgo de accidentes cardiovasculares.³⁵

RECOMENDACIONES DIARIAS

Vitamina C. Algunas de las fuentes alimenticias donde se le encuentra son: el pimentón verde, frutas, jugos de cítricos, fresas, guayaba, tomates, brócoli, verduras de hoja verde, papa o camote y melón. Otras fuentes son: papaya, mango, col, coliflor, repollo, los pimentones rojos, frambuesa, arándanos, piña, entre muchos otros.⁷ La ingesta diaria recomendada varía desde los 40 mg en infantes a 90 mg en adultos varones y 75 mg en mujeres adultas.³⁶

Vitamina E. La vitamina E se encuentra en los siguientes alimentos: germen de trigo, maíz, nueces, semillas, aceitunas, espinacas y otras verduras de hoja verde, espárragos, aceites vegetales de maíz, girasol, soya, semillas de algodón y los productos que contienen estos alimentos como la margarina. La recomendación diaria va desde 4 mg en infantes hasta 15 mg en adultos varones y mujeres.

Carotenos. Los siguientes vegetales son fuentes de carotenos: acelga, berro, zanahoria, tomate, espárragos, calabaza, verduras de hoja verde, papa, frutas amarillas, naranjas y algunas rojas, mango, naranja, melón. Según la recomendación de la FAO/OMS, la recomendación diaria va de 500 y 600 μg de equivalentes de retinol, en adultos mujeres y varones respectivamente.³⁷

Flavonoides y antocianinas. Aunque los hábitos alimenticios son muy diversos en el mundo, el valor medio de ingesta de flavonoides se estima como 23 mg/día, predominando en ella los flavonoles (especialmente la quercetina). Las principales fuentes alimentarias de los flavonoles son, entre otras, el té negro, las cebollas, las manzanas, la pimienta negra, y bebidas alcohólicas como vino y cerveza.³⁸

Isoflavonas. Se pueden encontrar en muchos alimentos, pero la fuente más abundante de isoflavonas está en el frijol de soya. La recomendación es de 30 a 50 mg al día.

Fibra dietética. La recomendación diaria de fibra es de 25 g para hombres y mujeres adultas. Las fuentes de fibra insoluble son: cereales integrales, salvado, leguminosas, verduras crudas, frutas con semillas comestibles. La fibra soluble se encuentra en avena, cebada, papaya, nopal, leguminosas, manzana, fresas, frutas cítricas y otras más.³⁵

Omega-3 DHA; EPA. El Comité de Nutrición de la Sociedad Americana del Corazón, recomienda el consumo de pescado al menos dos veces por semana o la ingestión de ácidos grasos omega-3 a razón de 0.9 g al día, para prevenir problemas cardiovasculares, lo que suele llamarse como «Recomendación Generalizada Saludable». Las cápsulas de 1 g contienen, generalmente, 180 mg de EPA y 120 mg de DHA, por lo que tres cápsulas al día en dosis divididas proveen la dosis recomendada; lo mismo puede ser obtenido con una cucharadita de aceite de pescado, que contiene de 1 a 3 g de ácidos grasos omega-3. En el tratamiento de la hipertrigliceridemia se recomienda el consumo de 2 a 4 g/día.²⁴

Selenio-metionina. La suplementación de 200 μg de Se-Met/día reduce significativamente la incidencia de cáncer de pulmón, próstata, y el colon-rectal.⁸

Probióticos. Son los alimentos producidos por la fermentación láctica, principalmente. No se ha dado aún la ingesta diaria recomendada.

Calcio. Se obtiene de la leche y productos lácteos, del consumo de pescado con esqueleto (sardinas), la tortilla nixtamalizada y otras fuentes. La ingesta diaria recomendada va desde 210 mg en infantes, hasta 1,000 mg en adultos varones y mujeres.³⁵

Ácido fólico. Se encuentra, principalmente, en alimentos como: hígado, verduras de hoja verde, leguminosas, cereales integrales, semillas oleaginosas, cítricos y otros. La recomendación diaria va desde 65 μg en infantes hasta 400 μg en adultos. En mujeres embarazadas se requieren 600 μg diarios.³⁶

Hierro. Está, principalmente, en alimentos como hígado y carnes, en las leguminosas, en verduras de hoja verde oscuro (como espinacas), huevo, cereales integrales y los alimentos a los que se les ha adicionado este nutrimento.

EL PUNTO DE VISTA NUTRICIONAL

Desde esta perspectiva, el consumo de nutracéuticos se debe hacer de manera mesurada, ya que de otra manera se puede llegar a consumos exagerados, lo que no es recomendable. En alguno de éstos aún se desconocen los posibles efectos tóxicos de su consumo desordenado, más aún si se desconoce el efecto a que puede dar lugar en personas que manifiesten intolerancia. En los niños, mujeres embarazadas o que lactan al pecho a sus hijos son grupos a riesgo de deficiencias, pero el consumo de nutracéuticos debe hacerse bajo vigilancia cuidadosa.

Es conveniente evitar que el concepto de nutracéuticos no se confunda con alimentos naturales, por el hecho de que tengan los mismos componentes nutricios; también hay combinaciones de alimentos ricos en algún nutrimento indispensable, en hierbas, frutas y vegetales exóticos, a los que se da alguna propiedad funcional «extra», lo que les hace muy llamativos.

Por otra parte, la publicidad suele promover estos productos señalando que su consumo cura o evita problemas graves de salud, lo que además de impreciso puede ser peligroso: aún no existen alimentos milagrosos que sólo con consumirlos curen una enfermedad.

Referencias

1. Silencio JL. Nutracéuticos. *Nutri Informato* 2006; 11(4): 11-12.
2. Glosario de términos nutriológicos. *Cuadernos de Nutrición* 2001; 24(1): 1-14.
3. Ross JJ, Boucher PE, Bhattacharyya SP, Kopecko DJ, Sutkowski EM, Rohan PJ et al. Considerations in the development of live biotherapeutic products for clinical use. *Curr Issues Mol Biol* 2008; 10(1-2): 13-6.
4. *Nutracéuticos*. http://www.maimonides.edu/gerontologia2007/2007/03/las_dianas_que_se_utilizan_con.html.
5. Hawker N. *Nutracéuticos, ¿alimentos o medicamentos?* Junio 2003. www.vitafoods.co.uk/2002/nutrition/ffnut.htm

6. Tsutani K, Takuma H. Regulatory sciences in herbal medicines and dietary supplements. *Yakugaku Zasshi* 2008; 128(6): 867-80.
7. American Dietetic Association. Functional foods and nutraceuticals. http://www.eatright.org/cps/rde/xchg/ada/hs.xsl/advocacy_934_ENU_HTML.htm
8. Serna S. *Alimentos nutraceuticos: el futuro de nuestra alimentación*. 6to Congreso de QFB 2004. Departamento de Tecnología de alimentos de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
9. American Cancer Society. http://www.cancer.org/docroot/stt/stt_0.asp
10. Historia de los nutraceuticos. http://www.ebiotec.com/spa_nutraceuticals_intro.htm
11. Jones PJ, Asp NG, Silva P. Evidence for health claims on foods: how much is enough? Introduction and general remarks. *J Nutr* 2008; 138(6): 1189S-91S.
12. Antioxidantes. <http://www.iqb.es/nutricion/vitaminac/vitaminac.htm>. 26/04/2007.
13. Geil P, Shane-McWhorter L. *Dietary supplements in the management of diabetes: potential risks and benefits*.
14. Williams MH. Dietary supplements and sports performance: introduction and vitamins. *J Int Soc Sports Nutr* 2004; 31(2): 1-6.
15. Metabolismo de isoflavonas. <http://www.isoflavones.info/es/isoflavonas-metabolismo.php>. México DF 25/04/07.
16. Messina MJ, Wood CE. Soy isoflavones, estrogen therapy and breast cancer risk: Analysis and commentary. *Nutr J* 2008; 7(1): 17.
17. Pokniak J, Bravo G. *Carotenoides*. Universidad de Chile TECNO VET 2000; 6(2). http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D11538%2526ISID%253D463,00.html.
18. Silencio B, Bellido JL, Villa A, Ritter ST, Selenio. *Nutrición Clin* 2004; 7(1): 78-85.
19. Valenzuela A, Ronco A. Fitoesteroles y fitoestanoles: aliados naturales para la protección de la salud cardiovascular. *Rev Chil Nutr* 2004; 31 (Supl. 1).
20. Micallef MA, Garg ML. The lipid-lowering effects of phytosterols and (n-3) polyunsaturated fatty acids are synergistic and complementary in hyperlipidemic men and women. *J Nutr* 2008; 138(7): 1086-90.
21. Casanueva E, Kaufer-Horwitz M, Pérez-Lizaur A, Arroyo P. *Nutriología médica*. (2ª ed). México: Ed. Médica Panamericana. 2001: 459-461.
22. Insulina. <http://www.nutrar.org/detalle.asp?ID=23>.
23. Castillo L. El papel de los ácidos grasos en la prevención de enfermedades crónicas. *Rev Salud Pública y Nutrición* 2006; Edición especial (No. 10). http://www.respyn.uanl.mx/especial-es/2006/ee-10-2006/paneles/panel_3.htm. 26/05/07.
24. Silencio-Barrita JL. Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados en niños. *Nutrición Clínica* 2003; 6(4): 447-460.
25. Probióticos. <http://www.respyn.uanl.mx/iv/2/ensayos/bacteriocinas.htm>
26. Zuccotti GV, Meneghin F, Raimondi C, Dilillo D, Agostoni C, Riva E, Giovannini M. Probiotics in clinical practice: an overview. *J Int Med Res* 2008; 36 (Suppl 1): 1A-53A.
27. Soeters PB. Probiotics: did we go wrong, and if so, where? *Clin Nutr* 2008; 27(2): 173-8.
28. Williams MH. Dietary supplements and sports performance: minerals. *J Int Soc Sports Nutr* 2005; 11(2): 43-9.
29. Gardiner P, Buettner C, Davis RB, Phillips RS, Kemper KJ. Factors and common conditions associated with adolescent dietary supplement use: an analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). *BMC Complement Altern Med* 2008; 31: 8-9.
30. Gardiner P, Phillips RS, Kemper KJ, Legedza A, Henlon S, Woolf AD. Dietary supplements: in patient policies in US children's hospitals. *Pediatrics* 2008; 121(4): e775-81.
31. Vitamina C <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002404.htm#Efectos%20secundarios>.
32. Calvagna M. El papel de la vitamina E. <http://healthgate.partners.org/browsing/LearningCenter.asp?fileName=121867.xml&title=>
33. Carotenos. <http://www.nutrinfo.com/pagina/info/vita0.html>.
34. Lozano J. Atoxicidad en flavonoides. http://canales.laverdad.es/cienciaysalud/9_5_52.html.
35. Casanueva E, Kaufer-Horwitz M, Pérez-Lizaur A, Arroyo P. *Nutriología médica*. (2ª ed) México: Ed. Médica Panamericana. 2001: 446.
36. *Ingestión diaria recomendada e ingestión diaria sugerida por el Food and Nutrition Board de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos*.
37. Joint FAO/WHO Expert Consultation on Human Vitamin and Mineral Requirements, "Preliminary Report on Recommended Nutrient Intake". FAO, Bangkok, Sept. 21-30, 1998.
38. Martínez S, González J, Culebras JM, Muñón M. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria* 2003; 6(17).

Correspondencia:

MC José Luis Silencio Barrita,
 INCMNSZ, Dpto. de Ciencia y Tecnología
 de Alimentos,
 Vasco de Quiroga Núm. 15,
 Col. y Del. Tlalpan, México, D.F.
 E-mail: silencio @quetzal.innsz.mx