

La alimentación del futuro: Nuevas tecnologías y su importancia en la nutrición de la población

María Nieves García-Casal¹

Resumen. En esta revisión se enfocan de manera general la situación actual de disponibilidad de alimentos y las posibles soluciones al muy evidente riesgo de insuficiencia alimentaria para los próximos años. En algunos países la producción de alimentos ya es insuficiente y el hambre y la desnutrición son problemas graves. El objetivo de este trabajo fue ofrecer una visión general de la situación actual y el futuro inmediato de la alimentación en el planeta, abordando conceptos como los alimentos funcionales y transgénicos, la nutrigenómica, y las nanotecnologías aplicadas a la producción y comercialización de alimentos. Gracias a las nuevas técnicas experimentales, ha ocurrido un importante avance en el conocimiento sobre el potencial de los alimentos para conservar o mejorar la salud. Las posibilidades de usar alimentos de acuerdo a nuestra composición genética o de modificarlos para obtener solo ciertos nutrientes o de que en nuestro organismo se liberen solo ciertos principios activos, es hoy una realidad. Sin embargo es importante resaltar, que frente a los gigantescos avances en tecnología alimentaria y al interesante y prometedor panorama que se nos ofrece en términos de alimentación, salud, calidad y expectativa de vida con los llamados nuevos alimentos y tecnologías, tenemos una abrumadora realidad de hambre y desnutrición en el mundo. *An Venez Nutr* 2007;20 (2): 108-114.

Palabras clave: Alimentación a futuro, nanotecnologías, transgénesis, nutrigenómica, desnutrición.

The alimentation of the future: New technologies and their importance for the nutrition of populations

Abstract. This review issues a general description about world food production and availability and the possible solutions to the evident risk of food insecurity in the years to come. In some countries food production is already insufficient and hunger and under nutrition grave problems. The objective of this work was to offer a general view of the actual situation and the immediate future regarding alimentation in the planet, reviewing concepts as functional and transgenic foods, nutrigenomics and nanotechnologies, applied to food production and commercialisation. The new experimental technologies have produced important advances in knowledge about the potential of food to maintain or improve health. The possibilities of using foods according to our unique genetic composition or to genetically modify them to obtain certain nutrients or to liberate only certain active components, is a reality nowadays. However, it is important to highlight that in front of the important advances occurred in food technology and the promising future in terms of alimentation, health, quality of life and life expectations with the so called new foods and technologies, there is an overwhelming reality of hunger and under nutrition around the world. *An Venez Nutr* 2007;20 (2): 108-114.

Key words: Alimentation of the future, nanotechnologies, transgenesis, nutrigenomics, under nutrition.

¿Una nueva revolución verde?

Debido entre otras razones al rápido crecimiento poblacional, a los daños al medio ambiente y a la inadecuada distribución de los alimentos, desde hace algunos años la pregunta de los expertos en materia alimentaria y de gran parte de la población general es: ¿Habrá suficientes alimentos para todos?.

Unos 2.000 millones de personas carecen de seguridad alimentaria, definida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) como

“la situación en la cual todas las personas tienen en todo momento acceso a los alimentos seguros y nutritivos que necesitan para mantener una vida sana y activa” (1). Algunos datos nos indican de manera contundente de donde proviene esta alarmante cifra de inseguridad alimentaria. En los últimos 20 años la producción de alimentos de muchos países ha sido menor que el crecimiento de la población, especialmente en el Continente Africano donde se registró reducción en la producción de alimentos por persona, en 31 de 46 países africanos (2).

Además, la escasez de agua está limitando el desarrollo en general y la producción de alimentos en particular. Mientras la población se triplicó en el último siglo, la cantidad de agua que se ha utilizado aumentó seis veces (3).

En términos de producción de alimentos y capacidad de adquirirlos, los países se dividen en tres grupos: 1) Los que tienen la capacidad agrícola para ser autosuficientes

1. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).

Solicitar copia a: Dra. María Nieves García-Casal. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Centro de Medicina Experimental. Laboratorio de Fisiopatología. Carretera Panamericana Km 11. Apartado 21827. Caracas 1020-A Venezuela. Teléfono (58212) 504-1426 Fax (58212) 504-1086. e-mail: mngarcia@ivic.ve

en la producción de alimentos; 2) Los que no son autosuficientes en la producción de alimentos pero tienen otros recursos que les permiten importar suministros alimentarios adecuados; y 3) Los que no son autosuficientes en la producción de alimentos y no poseen los recursos financieros necesarios para cubrir el déficit con importaciones.

Aproximadamente unos 3.800 millones de habitantes, casi dos tercios de la población mundial, viven en países de bajos ingresos con déficit de alimentos, es decir en el grupo 3. En estos países millones de personas padecen hambre, malnutrición y aun inanición cuando fracasan las cosechas (1).

Las dificultades en la producción de alimentos se hacen cada vez mayores, no solo para los países clasificados como grupo 3 sino para la población mundial debido a varios factores, entre los que se incluyen que las superficies arables son limitadas ya que las superficies utilizables ya están en uso, a la contracción del tamaño de las fincas lo que significa la distribución de la tierra en pequeñas parcelas poco productivas, a la degradación de la tierra y a problemas de riego. En el mundo, unos 825 millones de personas están crónicamente malnutridas, de acuerdo con una estimación reciente de la FAO y la mayoría de estas personas viven en países de bajos ingresos con déficit de alimentos, que además tienen las tasas más altas de crecimiento de la población. Se calcula que en el año 2050, unos 6.000 millones de personas vivirán en países que hoy tienen déficit alimentario (2).

Para ganar lo que los expertos han denominado "la carrera de los alimentos", se requiere: un sistema coordinado de incremento de la producción agrícola, mejorar la distribución de alimentos y el manejo de los recursos, controlar el crecimiento poblacional a través de la provisión de servicios de planificación familiar, educación y atención de salud esencial para mejorar el bienestar de la gente y promover así la productividad y la utilización sostenible de recursos (4). Para alcanzar esta meta se requeriría una segunda "revolución verde" en la agricultura, como la de los años sesenta, que estimuló la producción de alimentos frente a los aumentos de población.

Una alternativa, no excluyente con lo ya mencionado, para ayudar a solucionar este problema, son los importantes avances tecnológicos que están ocurriendo actualmente y que podrían no solo cubrir las demandas de alimentos en el futuro, sino cambiar completamente el enfoque de la alimentación en pocos años. *Los nuevos alimentos.*

Los nuevos alimentos

Desde hace algunos años y debido quizás al reconocimiento a nivel general del papel de la alimentación en la consecución y el mantenimiento de la salud, comenzó una intensa búsqueda, en la mayoría de los casos con gran rigurosidad científica, sobre los alimentos y su efecto sobre la salud.

Algunas tendencias en las que se conjuga no solo la búsqueda de alimentos saludables sino la posibilidad de alimentarse adecuadamente en el difícil mundo de hoy, muestran que el público general busca alimentos menos procesados con aspecto y calidad similares a los recién preparados. Entre estos se incluyen: alimentos frescos o mínimamente procesados, platos preparados o precocinados (refrigerados, congelados), productos semi-preparados o precocidos que sólo requieren calentamiento para su consumo y la "comida rápida" en la que se valora que sea rápida de consumir, fácil de llevar y que además sean productos saludables (5).

Se han desarrollado tecnologías enfocadas hacia el mantenimiento o la conservación de alimentos, cuyo objetivo es la búsqueda de tratamientos térmicos alternativos y en el desarrollo de tratamientos no térmicos de conservación, con el fin de conseguir productos más sanos, con mayor vida útil, y a la vez ofrecer al consumidor alimentos con mínimo procesamiento. Estos tratamientos incluyen pulsos eléctricos que se basa en la exposición de un alimento a un campo eléctrico, logrando la muerte de microorganismos por destrucción de la membrana celular, altas presiones en los que la elevada presión hidrostática tiene efectos de esterilización parcial obteniéndose productos de óptima calidad microbiológica con pocas modificaciones en el aroma, sabor y el valor nutritivo.

Otras tecnologías usadas en la conservación de alimentos son la irradiación, ideal para alimentos sólidos o incluso congelados, los pulsos de luz que como su nombre lo indica son destellos de luz de gran intensidad y corta duración que eliminan microbios y la bioconservación en la que la flora bacteriana normal de los alimentos es controlada para aumentar su vida útil. Puede también favorecerse el crecimiento de un microorganismo natural, para limitar el crecimiento de otros (6-8).

Para el público en general, por conveniencia y para su comercialización, surge la clasificación de alimentos de una manera mas o menos uniforme a nivel mundial, realizando sus características nutricionales especiales, aunque esto no necesariamente significa que han sido modificados de forma alguna, simplemente se realiza una

característica o un nutriente de manera particular, pero que el alimento posee de manera natural, sin modificaciones de ningún tipo. Comienza entonces a generarse cantidades de clasificaciones, en las que se resalta una o varias características “especiales” de ciertos alimentos. En principio se incluye en estas clasificaciones a los alimentos dietéticos (bajos en grasas, sal o carbohidratos), alimentos enriquecidos o fortificados con vitaminas y minerales (lo cual se considera una modificación), alimentos funcionales (proporcionan beneficios adicionales para la salud), así como alimentos para ciertas y determinadas edades (ancianos, niños), alimentos para un sector específico de la población (salud cardiovascular, osteoporosis, diabéticos), alimentos especiales para alérgicos y hasta alimentos para un sector de población (comidas étnicas china, japonesa, española, entre otras) (5).

Sin embargo desde un punto de vista académico, han surgido algunas clasificaciones más rigurosas para destacar las cualidades o clasificar los alimentos de acuerdo a ciertas características. Surgen así por ejemplo, los conceptos de alimentos funcionales y de alimentos orgánicos.

Alimentos funcionales

El concepto de alimentos funcionales, se viene empleando desde los años 80 y surge en Japón, sin embargo no es hasta 1999 cuando se define formalmente que “un alimento funcional es aquel que contiene un componente, nutriente o no nutriente, con efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, con un efecto añadido por encima de su valor nutricional y cuyos efectos positivos justifican que pueda reivindicarse su carácter funcional o incluso saludable” (9,10).

Entre algunos ejemplos de alimentos funcionales, destacan aquellos alimentos naturales que contienen ciertos minerales, vitaminas, ácidos grasos, fitoesteroles, fibra, sustancias antioxidantes, los alimentos modificados y enriquecidos en este tipo de sustancias y los probióticos como el yogurt (11,12). Se han descrito efectos beneficiosos del uso de estos alimentos en el crecimiento y desarrollo, metabolismo o utilización de nutrientes, defensa antioxidante, sistema cardiovascular, fisiología o funcionamiento intestinal y funciones psicológicas y conductuales.

Si bien son reconocidos mundialmente, es necesario definir adecuadamente y normar sobre los alimentos funcionales, para evitar confusiones en el público general y establecer claramente de que se trata y que beneficios pueden obtenerse al usar estos alimentos, por lo que se

propone que cada país o región debe regular las alegaciones sanitarias, es decir, la información dirigida al consumidor sobre los efectos favorables que este tipo de alimentos ejercen para la nutrición y para la prevención de enfermedades (13).

Entre las tendencias en el desarrollo de los alimentos funcionales destacan la reducción del contenido en calorías, el desarrollo de productos con menor contenido en grasas o con grasas más saludables, productos de bajo índice glicémico, entre otros. También destacan entre los esfuerzos recientes en términos de alimentos funcionales los estudios sobre fitoestrógenos y fitoesteroles (14), fructooligosacáridos, polifenoles (15) y ácidos grasos omega 3.

Alimentos orgánicos, biológicos o ecológicos

Son alimentos que se publicitan como aquellos “que cuidan tanto la salud de los consumidores como el equilibrio del medio ambiente en que se producen”. El éxito de estos productos se basa en que se consideran más saludables y más seguros (al ser producidos de forma más “natural”), por lo que los consumidores están dispuestos a pagar más por ellos, porque se sienten más conscientes de sus beneficios no sólo para el que los consume sino también para la protección del medio ambiente y para el bienestar de los animales (16). Su principal atractivo consiste en la baja o inexistente carga de pesticidas usados en su producción (17), aún cuando este factor se ha vuelto más difícil de controlar a medida que su demanda ha aumentado (18).

El mayor inconveniente para su compra, es su mayor precio y que generalmente su disponibilidad está limitada a unos pocos mercados. Entre las variedades de alimentos elaborados biológicamente, los huevos, vegetales y frutas son los que atraen a más compradores. Aun cuando su consumo se ha disparado en los últimos años especialmente en países europeos, recientemente se han cuestionado los beneficios de estos alimentos en términos de bioseguridad y de costo (19), sobre todo por la eficiencia e inocuidad de los pesticidas de reciente desarrollo.

Alimentos transgénicos

Alimentos que han sido manipulados genéticamente, eliminando o añadiendo genes, bien de la misma especie o de otras distintas. También se conocen como Organismos Modificados Genéticamente (OMG). Las modificaciones pueden incluir cambios en los genes del mismo organismo, como en el caso del primer tomate modificado que se cultivó, en el que se suprimió un gen responsable de su apariencia (color y sabor) y del tiempo

de conservación o puede tratarse de un organismo transgénico que lleva el gen de otra especie, (un gen específico de un mamífero, por ejemplo, se introduce en el ADN de un cereal). Ambos ejemplos son de organismos modificados genéticamente, pero solo el segundo caso es un organismo transgénico (20).

Se transfiere ácido desoxirribonucleico (ADN) del genoma de un organismo (donador) al genoma de otro (receptor). El ADN a transferir debe conocerse en detalle y saber que nueva característica va a conferirle al organismo receptor. También es posible simplemente insertar más copias de un ADN que interesa que el organismo receptor produzca en mayor cantidad o más eficientemente. El ADN a insertar puede ser modificado cuanto sea necesario, agregarle secuencias reguladoras deseadas e incorporarlo al nuevo organismo mediante técnicas de transformación (21,22).

Algunas de las técnicas de transformación son físicas como la electroporación de protoplastos (células sin pared celular), la microinyección y la biobalística, mientras que existen también las biológicas como el uso de *Agrobacterium tumefaciens* que de manera natural infecta a ciertas plantas incorporando la secuencia transgénica. Ya existen bacterias que producen insulina humana para el tratamiento de la diabetes, otras que producen hormonas y factores de crecimiento de animales para mejorar la cría de ganado, bacterias capaces de degradar el petróleo, entre otras (20,23).

Los cambios que se producen insertando ciertos genes en plantas, han resultado en la producción de cultivos que poseen resistencia a insectos, herbicidas y virus y también se han conseguido cambios fenotípicos que incluyen la maduración retardada y el cambio de color de las flores. Estos cambios, sobre todo en cuanto a resistencia a plagas y herbicidas se han logrado en soya, maíz, papa, café, algodón, canola, arroz, tomate, trigo, etc (24).

El caso del arroz dorado (*Golden Rice*) merece especial mención. Para la producción de este alimento, se insertan los genes que llevan a la síntesis y acumulación de betacaroteno en el grano de arroz (25). La intensidad del color dorado, es indicio de la acumulación de betacaroteno en el endospermo.

Desde que se produjo por primera vez en 1999, se han generado nuevas líneas con mayor contenido de betacaroteno (26). La meta es ofrecer el 100% de la RDA en 100-200g de arroz, que es el consumo diario en niños cuyo principal fuente de energía es el arroz.

A nivel mundial existe gran preocupación por las consecuencias que el manejo genético de alimentos pueda tener sobre la salud y el futuro de la humanidad.

Las principales preocupaciones se centran en las mutaciones por recombinación genética (27), la aparición de alergias por consumo de alimentos transgénicos (28-32), la producción de animales gigantes o fenotípicamente alterados y el daño que se puede causar al medio ambiente (33).

Hasta el momento no existe evidencia científica de que los OGM representen un riesgo a la salud humana (34). Sin embargo los organismos genéticamente modificados destinados a consumo humano son sometidos a evaluaciones de inocuidad alimentaria y dependiendo del país en donde se consuman es el tipo de pruebas que se aplican.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) desde 1991 proporcionan asesoría científica sobre inocuidad de los alimentos obtenidos por medios Biotecnológicos. De acuerdo a la FAO el procedimiento del análisis de riesgos consta de tres elementos; la evaluación, la gestión y la comunicación de riesgos. En estos análisis se evalúan: a) efectos directos sobre la salud o toxicidad, b) tendencias a una reacción alérgica (alergenicidad), c) componentes específicos con sospecha de tener propiedades nutricionales o tóxicas, d) estabilidad del gen insertado, e) efectos nutricionales, y f) cualquier efecto no deseado que pudiera producirse por la inserción genética (35-38).

Nutrigenómica y nutrigenética

La nutrigenómica, es una ciencia que busca dotar de una explicación molecular al modo en que los productos químicos ingeridos por la dieta, pueden alterar el estado normal de salud, alterando la estructura de la información genética (39). Se describen dos vertientes la Nutrigenómica que estudia el efecto de ciertos nutrientes sobre la regulación de la expresión genética y la nutrigenética que analiza la respuesta de la estructura genética particular del individuo a ciertos nutrientes (40).

Algunos postulados de la nutrigenómica (41) incluyen: 1) Bajo ciertas circunstancias y en algunos individuos, la dieta puede ser un factor de riesgo serio para desarrollar ciertas enfermedades. 2) Componentes moleculares de la dieta pueden actuar en el genoma humano, tanto directa como indirectamente alterando la estructura genética o su expresión. 3) El grado en el que la dieta influye en el equilibrio entre salud y enfermedad dependerá de la estructura genética individual. 4) Algunos genes regulados por la dieta son propensos a jugar un papel en el establecimiento, incidencia y progresión de las enfermedades crónicas. 5) La intervención nutricional

basada en el conocimiento de los requerimientos nutricionales, estado nutricional y genotipo puede ser utilizada para prevenir, mitigar o curar enfermedades crónicas.

A pesar de que se considera que existe mucho aun por determinar, en términos por ejemplo de la proteómica, lo que está cada vez más claro es que los nutrientes interactúan directamente con los genes y todo parece indicar que ciertos alimentos son capaces de poner en marcha regiones de la doble hélice con acción protectora frente a algunas enfermedades, mientras que otros provocan el efecto contrario (42). Es decir, estos hallazgos no tienen una aplicación universal porque existen individuos con variantes genéticas en las que la mencionada relación entre nutrientes y genes no funciona. Por ejemplo, se sabe que el té verde es saludable por sus efectos antioxidantes, pero es posible que haya personas con configuraciones de su ADN que hagan que no se beneficien de sus propiedades (43-46).

Existen genes que se relacionan directamente con el riesgo de contraer enfermedades (cardíacas, cáncer, osteoporosis y diabetes, por ejemplo), y se conoce que la expresión de esos genes puede ser modificada por la nutrición (47). Todos llevamos alguna versión de esos genes, de modo que es perfectamente posible investigar cuáles son las versiones de genes que tenemos y basar nuestra dieta en esa información (48, 49).

Quizás en un futuro no muy lejano, será posible prescindir de la "dosis diaria recomendada" y todas las normas ideadas para la población en general. Las nuevas investigaciones aportarán dietas "a medida" para cada uno, acordes con su constitución genética.

Nanotecnologías

Otras tecnologías emergentes que van a tener impacto en un futuro son las llamadas nanotecnologías que consisten en la manipulación de la materia a escala del nanómetro.

La inclusión de nanopartículas permitirá controlar desde la composición de suelos, pasando por la calidad y cantidad de agua, hasta la productividad de las cosechas controlando el uso y cantidad de pesticidas a utilizar, colocando pequeñas partículas directamente a la planta.

En cuanto al alimento, por medio de esta nueva tecnología pueden hacerse modificaciones en composición del alimento, control de maduración, estimación de vida útil, etc. En el área de industrialización es posible controlar el empaquetado y control de calidad de los productos, produciendo cambios de color por temperatura o

radiación, cambios al expirar el producto, entre otros. Así ya se han obtenido alimentos empacados que cambian de color cuando la comida que contienen se daña, alertando a los fabricantes durante el proceso de fabricación y, en última instancia, al consumidor final (50-53).

Las principales áreas de evolución del campo de los envases de alimentos, se dirigen al desarrollo y uso del envasado activo e inteligente entre los que destacan los indicadores tiempo- temperatura (ITT). En el envasado activo el objetivo es integrar mecanismos que controlen la calidad y seguridad del producto que contienen. Reguladores de humedad, absorbentes de oxígeno, envases antimicrobianos, etc. son algunos ejemplos. En lo que respecta a los "envases inteligentes", en un futuro no muy lejano, los consumidores se encontrarán con envases marcados con sistemas que reaccionarán (por ejemplo, con cambios de color) ante cambios de temperatura producidos en el interior del envase, marcadores que indicarán la concentración y el nivel de vacío o de gas en su interior, el nivel de degradación del producto y un sinnúmero de nuevas posibilidades según evolucione la tecnología (5, 54).

Otra de las tendencias en este campo es el desarrollo de recubrimientos comestibles (a base de polisacáridos, proteínas, lípidos) para extender la vida útil de los alimentos, y ayudar a controlar las condiciones superficiales del mismo (55).

Desde el ámbito de la empresa, ya se ha creado el primer laboratorio de alimentos nanotecnológicos de la industria. Se trata del Consorcio Nanotek, formado por 15 universidades y centros de investigación, quienes están desarrollando productos alimenticios personalizados que reconocen el perfil nutricional y de salud de un individuo (diabetes, osteoporosis, colesterol, alergias, deficiencias nutricionales) y, en función a estos datos, liberan las moléculas apropiadas y retienen otras.

Uno de los trasfondos de todas estas aplicaciones en nuestros cultivos y alimentos es la incertidumbre, aún mayor que la que existe con la ingeniería genética, sobre los impactos que tendrá la liberación de nanopartículas artificiales en el ambiente y la salud. Dónde se depositarán, con qué se combinarán, qué reacciones químicas pueden detonar con otros elementos, en los organismos y el ambiente.

Consideraciones finales

La realidad actual en el mundo en términos de producción de alimentos, uso del agua, superficies cultivables y control de la natalidad, indican que ya estamos frente a un problema de insuficiente oferta de alimentos y de

deficiencias nutricionales importantes. La solución con las técnicas actuales de producción e industrialización que están distribuidas de forma desigual en el mundo, requeriría de una segunda revolución verde, con grandes sacrificios y mucha conciencia social.

Desde el punto de vista individual y en países medianamente desarrollados, los consumidores están más conscientes de la relación alimento-salud, son multiculturales, tienen menos tiempo y disposición para preparar alimentos y son también más exigentes, demandando productos de mayor calidad. Las demandas del consumidor se orientan a productos de fácil y rápida preparación, menos procesados, sabrosos, naturales (sin conservantes, aditivos naturales), frescos, saludables, seguros y de mayor vida útil.

Las nuevas tecnologías que ya son una realidad en algunas partes del mundo nos colocan en un futuro muy cercano, en términos de nutrición individual, frente a una alimentación personalizada, única y especial para cada uno de nosotros. Esta se basa en alimentos "inteligentes" y se administra de acuerdo al requerimiento de cada individuo en un momento dado del día y de su ciclo de vida.

Es deseable que estas nuevas tecnologías, especialmente relacionadas con cultivo de alimentos, rendimiento de cosechas y aprovechamiento del agua, están disponibles a nivel mundial, ya que frente a estos avances innegables e impensables hace unos pocos años, nos enfrentamos a otra realidad en la que un importante segmento de la población mundial no tiene que comer.

Referencias

- Hinrichsen, D. Cómo ganar la carrera de la alimentación. Population Reports, Serie M, No. 13. Baltimore, Johns Hopkins School of Public Health, Population Information Program, 1997.
- Hinrichsen D, Robey B. Población y medio ambiente: el reto global, Population Reports, Serie M, No. 15. Baltimore, Johns Hopkins University School of Public Health, Population Information Program, 2000.
- Hinrichsen, D., Robey, B., and Upadhyay, U.D. Soluciones para un mundo con escasez de agua. Population Reports, Serie M, No. 14. Baltimore, Johns Hopkins School of Public Health, Population Information Program, 1998.
- FAO. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2005. La erradicación del hambre en el mundo: Clave para la consecución de los objetivos de desarrollo del milenio. Publicado por Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 2005.
- Los nuevos alimentos. www.alimentatec.com. Portal de Tecnologías y Mercados del Sector alimentario. Mayo 2006. Última revisión Julio 2007.
- Cheftel C. High-pressure, microbial inactivation and food preservation. Food Sci Tech Internat. 1995; 1: 75-90. 7.- Sendra E, Capellas M, Guamis B, Felipe X, Mor-Mur M, Pla R. Food irradiation. General aspects. Food Sci Tech Internat. 1996; 2: 1-11.
- Fernández Álvarez M. Active food packaging. Food Sci Tech Internat. 2000; 2: 97-108.
- Ashwell M. Conceptos sobre los alimentos funcionales. International Life Science Institute (ILSI). ILSI Press. Washington DC. 2004. pp 1-48.
- Bellisle F, Diplock S, Hornstra G, Koletzko B, Roberfroid M, Salminen S, Saris W. Functional Food Science in Europe. Brit J Nutr 1998; 80 (Suppl. 1): S1-S193.
- Aggett P, Ashwell M, Bornet F, Diplock A, Fern E, Roberfroid M. Scientific Concepts of Alimentos funcionales in Europe: Consensus Document. Brit J Nutr 1999; 81 (Suppl. 1): S1-S27.
- Consejo Europeo de Información sobre Alimentación (EUFIC). Alimentos funcionales. www.eufic.org. Última revisión Agosto 2007.
- Marriott BM. Functional foods: an ecologic perspective. Am J Clin Nutr 2000; 71(6 Suppl):1728S-34S.
- Messina MJ. Legumes and soybeans: overview of its nutritional profile and health effects. Am J Clin Nutr 1999; 70: 439S-450S.
- Nijveldt RJ, van Nood E, van Hoorn DE, Boelens PG, van Norren K, van Leeuwen PA. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. Am J Clin Nutr 2001; 74(4): 418-25.
- National Research Council. Pesticides in the diets of infants and children. National Academies Press. ISBN 0-309-04875-3. 1993.
- Alavanja M, Hoppin J, Kamel F. Health effects of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. Ann Rev Pub Health 2004; 25: 155-197.
- Trewavas A. Urban myths of organic farming. 2001; Nature 410: 409-410.
- Krebs J. Is organic food better for you? Food Standards Agency. 2003. www.food.gov.uk
- Institute of Food Technology. Genetically modified organisms (GMOs). Food Tech. 2000; 54 (1) 42-45.
- Day P. Genetic modification of proteins in food. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 1996; 36S: S49-S67.
- Vanderveen J. Labeling of rDNA biotechnology-derived foods Food Tech. 2000; 54 (9) 62-74.
- Wilkinson J. Biotech plants: From lab bench to supermarket shelf. Food Tech. 1997; 51(12): 37-42.
- Pengue W. Cultivos transgénicos. Hacia donde vamos?. Editorial Lughar, Buenos Aires. pp. 206. 2000
- Ye X, Al-Babili S, Klöti A, Zhang J, Lucca P, Beyer P, Potrykus I. Engineering the provitamin A (beta-carotene) biosynthetic pathway into (carotenoid-free) rice endosperm. Science 200; 287:303-305.
- Paine J, Shipton C, Chaggar S, Howells R, Kennedy M, Vernon G, Wright S, Hinchliffe E, Adams J, Silverstone A, Drake R. A new version of Golden Rice with increased pro-vitamin A content. Nature Biotech. 2005; 23:482-487.
- Falk B, Bruening G. Will transgenic crops generate new viruses and new diseases? Science. 1994; 263: 1395-1396.
- Nordlee J, Taylor S, Townsend J. Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans. New Engl. J. Med. 1996; 334: 688-692.
- Ojo Nestle M. Allergies to transgenic foods, questions of policy. New Engl. J. Med. 1996; 334: 726-728.
- Fuchs R, Astwood J. Allergenicity assessment of foods derived from genetically modified plants. Food Tech. 1996; 50: 83-88.
- Wal J, Pascal G. Benefits and limits of different approaches for assessing the allergenic potential of novel foods. Eur. J. Allerg. Clin. Immunol. 1998; 53 (suppl): 98-101.
- Lehrer S, Horner W, Reese G. Why are some proteins allergenic? Implications for biotechnology. Crit Rev Food Sci Nutr. 1996; 36: 553-564.
- Metcalfe D, Astwood J, Townsend R, Samposon H, Taylor S, Fuchs R. Assessment of the allergenic potential of foods derived from generically engineered crop plants. Crit. Rev Food Sci Nutr. 1996; 36S: S165-S186.

33. Miller S. Benefits and concerns associated with recombinant DNA biotechnology derived foods. *Food Tech.* 2000; 54 (10): 61-80.
34. Hoover D. Human food safety evaluation of rDNA biotechnology-derived foods *Food Tech.* 2000; 54 (9) 53-61.
35. FAO/WHO. Strategies for assessing the safety of foods produced by biotechnology. Report of a joint FAO/WHO Consultation. WHO. Switzerland 1991.
36. Institute of Life Science and Technology (ILSI). Genetic Modification and Food. Consumer Health and Safety. ILSI Europe Concise Monograph Series, 2001.
37. World Health Organization (WHO). Food Safety Programme. 20 Questions on genetically modified (GM) foods, 2002.
38. Gachet E, Martin G, Vigneau F, Meyer G. Detection of genetically modifies organisms (GMOs) by PCR: a brief review of methodologies available. *Trends Food Sci Tech.* 1998; 9: 380-388.
39. Afman L, Müller M. Nutrigenomics: From Molecular Nutrition to Prevention of Disease. *J Am Diet Assoc.* 2006;106:569-576.
40. Mutch D, Wahli W, Williamson, G. Nutrigenomics and nutrigenetics: the emerging faces of nutrition. *FASEB J.*2005; 19, 1602–1616.
41. Fernández J. La nutrigenómica: la nutrición del futuro. www.campusred.net. 2005. Última revisión Agosto 2007.
42. Trujillo E, Davis C, Milner J. Nutrigenomics, Proteomics, Metabolomics, and the Practice of Dietetics. *J Am Diet Assoc.* 2006;106:403-413.
43. Mukhtar H, Ahmad N. Green tea in chemoprevention of cancer. *Toxicol. Sci.* 1999; 52: 111–117.
44. Yang C, Chung J, Yang G, Chabra S, Lee, M. Tea and tea polyphenols in cancer prevention. *J Nutr* 2000; 130: 472S–478S.
45. Tsubono Y, Nishino Y, Komatsu S, Hsieh C, Kanemura, S, Tsuji I, Nakatsuka H, Fukao A, Satoh H, Hisamichi S. Green tea and the risk of gastric cancer in Japan. *N Engl J Med.* 2001; 344: 632–636.
46. Zhou J, Yu L, Zhong Y, Blackburn G. Soy phytochemicals and tea bioactive components synergistically inhibit androgen-sensitive human prostate tumors in mice. *J Nutr* 2003;133:516-521.
47. Pisabarro R. Nutrigenética y nutrigenómica: la revolución sanitaria del nuevo milenio. Implicancias clínicas en síndrome metabólico y diabetes tipo 2. *Rev Med Urug* 2006; 22: 100-107.
48. Dwyer J. Starting down the right path: nutrition connections with chronic diseases of later life. *Am J Clin Nutr* 2006; 83(suppl): 415S–20S.
49. Gibney M, Walsh M, Brennan L, Roche H, German B, van Omen B. Metabolomics in human nutrition: opportunities and challenges. *Am J Clin Nutr.* 2005; 82:497–503.
50. Hassan M. Nanotechnology: Small Things and Big Changes in the Developing World Science. 2005; 309: 65 - 66.
51. Cameron N. Nanotechnology and the Human Future: Policy, Ethics, and Risk *Ann. NY Acad Sci* 2006; 1093: 280 - 300.
52. Balbus J, Florini K, Denison R, Walsh S. Getting It Right the First Time: Developing Nanotechnology while Protecting Workers, Public Health, and the Environment. *Ann. NY Acad Sci* 2006; 1076: 331 - 342.
53. Hachman M. Better Eating Through Nanotech. www.extremenano.com Última revisión Agosto 2007.
54. Ribeiro S. Nanotecnología: del campo a su estómago. UITA Secretaría Regional Latinoamericana - Montevideo – Uruguay 16 de agosto de 2004. www.rel-uita.org. Última revisión Agosto 2007.
55. Salamanca-Buentello F, Persad D, Court E, Martín D, Daar A, Singer P. Nanotechnology and the Developing World. *PloS Medicine* 2005; 2(5) e97. www.plosmedicine.org

Recibido: 16-08-2007

Aceptado: 20-10-2007