

Acrilamida en alimentos para consumo humano

Tte. Cor. M.V. Armando **García-López,*** M.V.Z. M.S.P. María del Pilar **Alfaro-Macedo****

RESUMEN

Aunque es de todos reconocido el aumento de enfermedades cancerígenas en la población mundial, lo cual algunos autores lo acreditan a la mejora en los medios de diagnóstico con que se cuentan actualmente, también día a día se van mejorando los análisis químicos que permiten encontrar sustancias que ocasionan esta enfermedad. La acrilamida es una sustancia cancerígena que no se encuentra en forma natural en los alimentos, se produce durante la fritura de productos ricos en almidón, durante una serie de reacciones químicas denominadas Reacción de Maillard, la cual aporta sabor, color y aroma a los alimentos, deseables para la aceptación por parte del consumidor. Los especialistas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), concluyen que no hay bases suficientes para cambiar los hábitos de los consumidores pero sugieren proseguir las actividades encaminadas a reducir las concentraciones de acrilamida en los alimentos para el consumo humano.

Palabras clave: reacción de Maillard, acrilamida.

Acrylamide in foods for human consumption

SUMMARY

Although it is of all recognized the increase of cancerogenic diseases in the world-wide population, which, some authors credit it to the improvement in diagnosis means at the moment, also day to day chemical analyses are improved and allow to find substances that cause this disease. Acrylamide is a cancerogenic substance that is not in natural form in foods, takes place during the frying of rich starch products, during a series of chemical reactions denominated Reaction of Maillard, which contributes flavor, color and aroma to foods, desirable for the consumer acceptance. The specialists of the United Nations Organization for Feeding and Agriculture (FAO), conclude that there are bases no sufficient to change the consumers' habits but they suggest to continue the directed activities to reduce the concentrations of acrylamide in foods for human consumption.

Key words: Reaction of Maillard, acrylamide.

Introducción

En mayo de 2002, la Dirección de Autoridad Alimentaria Nacional Sueca, publicó un estudio realizado por investigadores del Departamento de Química Medioambiental de la Universidad de Estocolmo,^{1,2} en el que por primera vez se informaba la presencia de un cancerígeno en animales de experimentación, conocido como acrilamida, compuesto que se encontraba presente en grandes cantidades en alimentos ricos en almidón cuando éstos se cocinaban a altas temperaturas (más de 120 °C), tales como frituras, horneados, rostizados o asados. Como consecuencia de este estudio, otras

agencias alimentarias del Reino Unido, Noruega y Estados Unidos de Norteamérica, realizaron estudios similares, para verificar los hallazgos suecos, en los que se obtuvieron resultados similares.²

La acrilamida es un compuesto que no se agrega a los alimentos, sino que se forma como resultado de procesos de cocción con calor (más de 120 °C).²⁻⁵ No es un contaminante químico hallado en algunas partidas defectuosas, ni originado por inadecuados procesos productivos; se considera constituyente normal en productos como papas, cereales, galletas, café y churros, entre otros alimentos, que son sometidos a altas temperaturas.²⁻⁹

* Jefe del Laboratorio Químico Biológico de la Dirección General de Sanidad. ** Profesor Civil ATC de la Escuela Militar de Clases de Sanidad.

Correspondencia:
Dr. Armando García-López

Recibido: Julio 17, 2007.
Aceptado: Octubre 9, 2007.

Características químicas de la acrilamida^{6,8,10-13}

Fórmula: C₃ H₅ NO

Peso molecular: 71.08 AMU

Sinónimos: Acrylamide (ACGIH:OSHA), Acrylic amide, akrylamid (Czech), Amid Kyseliny akrylove (czech), Ethylenecarboxamide, Propenamide, 2-Propenamide (9CI), Propenoic acid amide, RCRA waste number U007, Vinyl amide.

Propiedades físicas:

Aspecto: sólido blanco

Olor: inodoro

pH: 5.5 - 7.5

Punto de ebullición: (30 hPa)

Punto de fusión: 84.5 °C

Densidad: (20/4): 1.12

Solubilidad: Soluble en agua

Masa molecular: 71.8

Punto de inflamación: 138 °C

Temperatura de autoignición: 424 °C

Ante estos hallazgos, se observa que en México no existe legislación que regule la concentración de estas moléculas en alimentos procesados. Además, entre los profesionales de la salud no se maneja suficiente información sobre este fenómeno, por lo cual no se han considerado las temperaturas de cocción de alimentos como un factor de riesgo en la incidencia de ciertos tipos de cáncer o en el rápido deterioro de las personas con diabetes.^{14,15}

La reacción de Maillard^{16,17} (Louis-Camille Maillard a principios del siglo XX, investiga este proceso y sus resultados) técnicamente conocida como glicación no enzimática de proteínas, es un conjunto complejo de reacciones químicas que se producen entre las proteínas y los azúcares reductores que se dan al calentar los alimentos o mezclas similares; por ejemplo, una pasta. Básicamente se trata de una caramelización de los alimentos, es por ello que se observa el color marrón de la costra de la carne cocinada al horno y aporta sabor, color y aroma a los alimentos, deseables para la aceptación por parte del consumidor.¹⁴

En 1916, Maillard demostró que los pigmentos marrones y los polímeros que ocurren durante la pirólisis (degradación química producida únicamente por calor) se liberan después de la reacción previa de un grupo de aminoácidos con un grupo carbonilo de azúcares. Sin embargo, es hasta 1953 que se descubre el mecanismo de las complejas interacciones que se producen. Es por ello, que los cambios químicos que dan origen a la formación de la acrilamida son conocidos como Reacción de Maillard o glicación de proteínas en los alimentos, la cual inicia con la reacción de los grupos amino de la proteína y los péptidos o aminoácidos libres con los grupos carbonilo de azúcares reductores (glucosa, fructosa, etc.). Esta reacción se acelera con la temperatura de cocción y es influida por factores como el pH, el

tiempo de cocción o la presión, entre otros, y se favorece significativamente por la presencia de metales de transición como el cobre y el hierro. Por lo tanto, la variación de cualquiera de estos factores altera la velocidad y los productos finales de la reacción de glicación.^{14,16}

La acrilamida en los alimentos se forma de una reacción de carbonilos (componentes específicos de carbono y oxígeno) que surgen de la reducción de azúcares (como la glucosa o fructosa) con ciertos aminoácidos, que son componentes fundamentales de las proteínas. La asparagina es el principal aminoácido relacionado con la formación de acrilamida, se halla en forma libre (es decir, no vinculado con otros aminoácidos) en muchos alimentos,¹⁷⁻¹⁹ es una sustancia reactiva y volátil que puede autodegradarse parcialmente luego de su formación, blanca, inodora y cristalina, es soluble en agua, etanol, éter y cloroformo, no es soluble en heptano ni en benceno.^{19,20} Se polimeriza rápidamente al alcanzar el punto de fusión o al ser expuesto a la luz ultravioleta.

La acrilamida se emplea en la fabricación de papel, la extracción de metales, la industria textil, la obtención de colorantes, la síntesis de poliacrilamidas^{15,19} para filtros de los tratamientos municipales de suministro de agua y en otros procesos industriales como aditivos cosméticos, técnicas analíticas científicas¹⁷ y para el acondicionamiento de suelos como hidrogeles que absorben cientos de veces su peso en soluciones acuosas.²⁰

Influencia de la concentración de agua

Como se ha señalado, la formación de acrilamida depende de la presencia de azúcares reductores y algunos aminoácidos. En consecuencia, se ha descrito que la proporción de los diferentes precursores intervienen en la formación de esta sustancia; dato importante, ya que si se controla el grado de degradación del almidón se podría limitar su acumulación en los alimentos.^{16,18,19}

Normalmente en los alimentos con elevada humedad los incrementos de temperatura no son tan importantes. Esta evidencia se pone de manifiesto al analizar la evolución térmica. Los alimentos, siempre que posean una elevada concentración de agua, se mantendrán a 100 °C. En este caso, la energía se emplea en conseguir el cambio de estado de un volumen mayor de agua, pero la temperatura no se incrementa. En donde si la temperatura no es excesiva, la formación de acrilamida será mínima al interior del producto y mayor en la superficie (donde el calor es mayor), ya que se produce la deshidratación de las zonas superficiales de los alimentos con elevada proporción de agua. Aparentemente, la concentración de agua puede ser un parámetro determinante en el control de la formación de la acrilamida, por lo que los alimentos con elevada humedad relativa son los que poseen menos peligro.^{18,21}

Efectos de la acrilamida en los animales

En forma experimental, se atribuye a la acrilamida actividad cancerígena en ratas de laboratorio.^{17,22,23} Asimismo, es-

tudios efectuados en animales machos han demostrado causar trastornos en la fertilidad.^{17,19} Las ratas macho tratadas con acrilamida desarrollan mesotelioma testicular y tumores en la tiroides y las hembras tumores en la tiroides y en las mamas. En presencia del promotor cancerígeno TPA (12-otetradecanoyl-forbol-13-acetato) se produjeron neoplasias de piel. No existen datos que permitan extrapolar a los humanos estos descubrimientos hechos en ratas.²¹ En un estudio de los efectos de potencial hepatotóxico de la acrilamida monomérica en un modelo murino, se pudo concluir que *in vivo* la acrilamida produce severos cambios en los marcadores hepáticos enzimáticos que dependen de la dosis y afecta la viabilidad del tejido hepático, injuria severamente la arquitectura del tejido hepático por pérdida de las características fenotípicas y produce una respuesta aguda con características tóxicas dependiente de la dosis y del tiempo de exposición.²² Los resultados en roedores y primates impulsaron a la Comisión de expertos de la FAO/OMS a establecer que el nivel de no presencia de efectos adversos es 0.5 mg/kg de peso/día como el nivel máximo de ingesta en humanos, el cual no produce la neuropatía; se estimó además la ingesta crónica permitida en 0.001 mg/kg/día.¹⁸

La acrilamida es tóxica en las células somáticas y germinales y posee el potencial de inducir daños hereditarios en los genes y cromosomas. Tiene potencial cancerígeno en ratas, de modo similar al de otros cancerígenos que están presentes en diversos alimentos, pero los niveles de ingesta de acrilamida son mayores, por lo que la Agencia Internacional de Cáncer (IARC) la clasificó como probable cancerígeno en los seres humanos y la ubicó en la clasificación 2A.²⁴

Estudios *in vitro* que incluían cultivos de células de mamíferos y otros *in vivo* con ratas y ratones, han demostrado que se produce daño al material genético de la célula e induce tumores en las ratas después de su administración. Así, se concluyó que la actividad de la acrilamida es genotóxica y carcinógena. Aunque no fue posible determinar el nivel de exposición responsable de los efectos originados; por consiguiente, se debe asumir que existe riesgo, aunque sea pequeño, en la exposición a niveles bajos.²¹

Efectos de la acrilamida en los humanos

En los seres humanos, el riesgo más importante por acrilamida es la neurotoxicidad.²³ La exposición a altas dosis de esta sustancia provoca cambios en el sistema nervioso central (SNC), mientras que la exposición prolongada a bajas dosis da como resultado neuropatía periférica en presencia o ausencia de complicaciones sobre el SNC.

Los datos publicados indican su capacidad para provocar mutaciones en el código genético al formar combinaciones de ADN. Asimismo, las recombinaciones inducidas de ADN pueden interferir con el proceso de replicación genética, lo que favorece la formación de tumores.

Aunque por ahora se desconoce el mecanismo que lleva a desarrollar neoplasias, existen teorías que señalan que esta sustancia desencadena la mutagénesis al dañar el ADN. El

equipo de investigadores del Instituto de Investigación Beckman, en Duarte (California), probó esta hipótesis en células mamíferas al exponer el tejido conectivo e incorporar artificialmente un gen conocido como transgen. Las células tratadas con acrilamida formaban más combinaciones de ADN en determinados puntos del transgen, en comparación con los controles. El tratamiento de las células con bajas concentraciones de acrilamida se asoció con la duplicación del número de mutaciones en el transgen, en comparación con el grupo control. Esta tasa de mutación fue similar a la de las células tratadas con el conocido carcinógeno BPDE (Epóxido benceno dihidrodiol del pireno) en bajas concentraciones.

Los estudios epidemiológicos de las muertes por cáncer en trabajadores expuestos a la acrilamida debido a su ocupación no demostraron ningún aumento en su incidencia, pero no hay aún conclusiones definitivas debido a ciertos sesgos observados en los estudios. Según la información disponible, la IARC ha catalogado a la acrilamida como “probablemente carcinógena para los humanos”. Por esta razón, en el Reino Unido las autoridades de salud y ambiente recomiendan que la exposición a los genotóxicos cancerígenos como la acrilamida debe ser mínima. La información disponible todavía es insuficiente para estimar la ingesta total diaria de acrilamida en la población a través de los alimentos. Los estudios suecos indican que la ingesta podría ser de hasta 0.1 miligramos por día, lo que equivale aproximadamente a 0.0017 miligramos por kilo de peso corporal por día, es decir, mil veces menos que la dosis necesaria para desarrollar efectos sobre el sistema nervioso o reproductor en los animales.^{21,22,25,26}

En Cuba, se realizaron estudios para determinar el efecto del alga verde-azul *Spirulina platensis* en la toxicidad producida por la acrilamida; sin embargo, en ningún caso la *Spirulina* protegió contra la mortalidad provocada por la acrilamida en ratones. Se realizaron pruebas que incluían las algas en dosis únicas y repetidas durante periodos cortos y se descartó el antagonismo de carácter farmacológico, lo que ofreció la posibilidad de estudiar la influencia de esta microalga en la neuropatía axonal inducida por la administración prolongada de la acrilamida.²⁶

Alimentos en que se han encontrado cantidades significativas de acrilamida

Las papas fritas y aquellas preparadas al horno, pueden contener hasta 500 veces más acrilamida que lo permitido en agua y pan, así como en otros productos derivados de cereales como arroz, palomitas comerciales, pizzas, aceitunas negras, jugo de ciruelas y en bebida reconfortantes sucedáneas del café.

En Reino Unido se realizaron pruebas para determinar mediante el método GC-MS (cromatografía de gas - espectrometría de masas) y LC-MS-MS (cromatografía líquida - espectrometría de masas), las concentraciones de acrilamida en papas fritas normales y papas fritas cortadas en rebana-

das finas que se fríen hasta lograr una textura crujiente y se presentan como botana de papas fritas envasadas, además de pan y cereales de desayuno. Los resultados fueron alarmantes, se confirmó que las papas crudas no presentaban acrilamida, no así las fritas. El sobrecocinado (se freían por más tiempo 12 + 5 minutos) aumentaba aún más los niveles de archilamida. De tal manera que los resultados reportados oscilaban desde 310 hasta 3,500 ppb o microgramos por kilo para las papas fritas. Las papas sobrecocinadas alcanzaban niveles de 12,000 a 12,800 ppb y entre 110 y 2,400 ppb para los cereales de desayuno.

En Suecia, se ha realizado la determinación de acrilamida en café, sobre todo en los de tipo soluble, se ha determinado mayor cantidad del compuesto; los de tipo descafeinados han mostrado valores ligeramente superiores de acrilamida, con respecto a los no descafeinados, mientras que en nuestro país no se cuenta con estudios toxicológicos de productos comercializados y se desconocen los niveles de acrilamida, que si bien podrían ser menores, también podrían ser mayores a las dosis máximas permisibles antes citadas.

El Parlamento Europeo a través de su Comisión de medio ambiente, salud pública y política del consumidor, también ha tomado cartas en el asunto, particularmente en Alemania se ha constatado la presencia de acrilamida. En este país se ha considerado prioritario el estudio en alimentos infantiles como galletas integrales para niños y galletas para la preparación de papillas, en los que se han reportado respectivamente 160 y 400 microgramos de acrilamida por kilogramo.^{18,21,25,27-31,32-34}

E.K. Paleologos y M.G. Kontominas estudiaron y verificaron la cantidad de acrilamida y ácido acrílico con técnicas de cromatografía líquida de alto rendimiento en productos empanizados precocinados de pollo empacados bajo atmósfera modificada, almacenado hasta por 23 días bajo refrigeración. La generación de acrilamida fue determinada durante el freído y la conservación en cámara frigorífica de los productos. También evaluaron el papel de la corteza del empanizado en la formación de la acrilamida. Las concentraciones iniciales de la acrilamida se extendieron entre 0.91 mg/kg y 0.97 mg/kg. Atribuyeron los niveles al efecto combinado del empanizado y la carne. De todos los casos, las concentraciones de la acrilamida aumentaron durante el almacenaje, con un máximo que se extendía entre 1.36 a 1.80 mg/kg entre el día 15 y el día 19. Estos datos indican que hay una alta concentración de la acrilamida en alimentos precocinados y la concentración cambia considerablemente durante el almacenaje, que puede conducir casi dos veces a las cantidades iniciales cuando el aire está presente dentro del paquete.³³

Acrilamida en humo de tabaco

Los daños a la salud causados por el tabaco son diversos, ahora además se agregan hallazgos encontrados en estudios que han demostrado la concentración de acrilamida en sangre de fumadores alrededor de tres veces mayor que la de

los que no fuman, es decir, 1.5 microgramos frente a 0.4 microgramos en los no fumadores.³⁰

Opinión de expertos en la FAO

El Comité Mixto de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS) de Expertos en Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos se reunió en febrero del 2002 para examinar los posibles riesgos para la salud asociados por la acrilamida y otros cinco contaminantes más de los alimentos. El Comité concluyó que, según las pruebas realizadas en animales, el cáncer es el principal efecto tóxico de la acrilamida y el consumo de alimentos con este contaminante en las concentraciones en que aparece actualmente puede ser preocupante en relación con la salud pública.³⁵⁻³⁸

El Comité afirmó que la conclusión se basó en una evaluación conservadora y que aún hay importantes dudas acerca del mecanismo de la toxicidad de la acrilamida, los supuestos utilizados para comparar los datos animales más pertinentes para la situación en el ser humano y la extrapolación de las estimaciones de la ingesta. Los estudios preliminares de la industria y de otros investigadores parecen indicar que ya es posible conseguir importantes reducciones en varios alimentos. Los conocimientos adquiridos ayudarán a elaborar directrices para la preparación de alimentos en el hogar.

Por otro lado, los datos más recientes acerca de la acrilamida refuerzan las recomendaciones generales en relación con una alimentación saludable: hay que seguir consumiendo una dieta equilibrada y variada, que incluya cantidades importantes de frutas y verduras y moderar la ingesta de alimentos fritos y ricos en grasa.^{37,38}

Basados en esta evaluación, la FAO y la OMS recomiendan proseguir las actividades encaminadas a reducir las concentraciones de acrilamida en los alimentos. Las autoridades nacionales responsables de la inocuidad de los alimentos deben instar a los fabricantes pertinentes a esforzarse por mejorar las tecnologías de elaboración de alimentos con el fin de reducir sensiblemente el contenido de acrilamida en alimentos de gran consumo, como las papas fritas, el café, los churros, las galletas dulces, el pan y las tostadas.

Aunque desde el Comité apuntan a que no existen motivos para alarmarse, ni para emitir nuevas recomendaciones dietéticas, el estudio sueco tiene el suficiente interés para la comunidad científica como para someterlo a un análisis. Los científicos han recomendado mayor investigación en la determinación de la forma la acrilamida durante los procesos de cocinado, estudios epidemiológicos para determinación de riesgos asociados a la presentación de tipos de cáncer relevantes en humanos, cuantificación de acrilamida en otros alimentos que incluyan aquellos de las dietas de otras regiones y no sólo de la europea y la norteamericana; así como identificar la rapidez del cuerpo humano para neutralizar la archilamida.^{34,35,37}

¿Qué debe hacer para evitar la formación de acrilamida en los alimentos?

Por el momento se desconoce con exactitud a qué temperatura la acrilamida se forma en los alimentos, hasta el día de hoy no ha sido encontrada en los alimentos preparados por debajo de los 120 °C, incluso en los alimentos hervidos. Por ello, los alimentos no deberían ser cocinados excesivamente, es decir, durante mucho tiempo a temperaturas elevadas (más de 120 °C). Sin embargo, todos los alimentos, especialmente las carnes y sus derivados, deben ser cocinados completamente para destruir a los agentes biológicos causantes de enfermedad; la información disponible hasta el momento refuerza los consejos generales sobre una alimentación saludable.

Aún no existe evidencia suficiente sobre la cantidad de acrilamida existente en distintos tipos de alimento, como para recomendar que se evite el consumo de alguno en particular; sin embargo, deberán incrementarse los estudios al respecto.^{36,38,39}

Referencias

1. Acrilamida y pan. ¿Imprudente anticipo de una investigación primaria? *Rev Chil Nutr* 2002; 29(2). Versión on line <http://www.sochinut.chilesat.net> [Consulta 2 febrero 2007].
2. FAO. Acrilamida en los alimentos. Conclusiones de la reunión FAO/OMS. <http://www.fao.org> [Consulta 9 febrero 2007].
3. International Food Information Council (IFIC). Preguntas y respuestas sobre la acrilamida. <http://www.IFIC.org> [Consulta 2 febrero 2007].
4. La aparición de altas concentraciones de acrilamida en alimentos levanta la voz de alarma en Europa. 18 junio 2002. <http://www.consumer.es> [Consulta 9 febrero 2007].
5. PANALIMENTOS. Alimentos inocuos, preguntas y respuestas frecuentes: Acrilamida. <http://www.fao.org> [Consulta 2 febrero 2007].
6. ¿Qué es la acrilamida? <http://www.food-info.net> [Consulta 2 febrero 2007].
7. Parlamento Europeo. La UE estudiará la presencia de acrilamida en alimentos detectada por la agencia alimentaria sueca. <http://www.consumer.es> [Consulta 9 febrero 2007].
8. Rodríguez JJJ. Formación de acrilamida en alimentos. Abril 2005. <http://www.consumaseguridad.com> [Consulta 2 febrero 2007].
9. Scholten A. Acrilamida: ¿Riesgo de cáncer por bocadillos? ¿Sí o no? <http://www.fda.gov> [Consulta 9 febrero 2007].
10. Pareac Química. Datos de seguridad de Acrilamida PB, directiva 2001/58/CE. Pareac Química S.A. <http://www.panreac.com/news/esp/fds/esp/x373309.HTM> [Consulta 9 febrero 2007].
11. Sigma-Aldrich. Hoja de datos de seguridad: acrilamida. <http://www.sigma-aldrich.com> [Consulta 9 febrero 2007].
12. IPCS. Programa internacional de seguridad de las sustancias químicas. Fichas internacionales de seguridad: acrilamida.
13. Winkler ficha de seguridad: Acrilamida. <http://www.winkler.com> [Consulta 2 febrero 2007].
14. Sumaya MT, Padilla MEP, Sanpedro PJG. Un enfoque pendiente para la salud pública en México: productos tóxicos de la glicación de proteínas en los alimentos. *Rev de la Fac de Salud Pública y Nutrición*. <http://www.faspyn.uanl.mx> [Consulta 9 febrero 2007].
15. Acrilamida. <http://www.wikipedia.org/wiki/Acrilamida> [Consulta 9 febrero 2007].
16. Reacción de Maillard. <http://www.wikipedia.org/wiki/Acrilamida> [Consulta 2 febrero 2007].
17. International Food Information Council (IFIC). Acrilamida: pongamos la información más reciente en perspectiva. <http://www.IFIC.org> [Consulta 2 febrero 2007].
18. Godnic M. Acrilamida en los alimentos. <http://www.nutrinfo.com.ar> [Consulta 2 febrero 2007].
19. ¿Qué es la acrilamida? <http://www.veterinaria.org/asociaciones/sivele/infovet/acrilamd.htm> [Consulta 9 febrero 2007].
20. Pineda N, Baresch A, López L, Fajardo CA. Hidrogeles de acrilamida en planta de ají. *Feria de la química*. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CITEC). Colombia.
21. Infanzón RRM. Toxicidad en los alimentos: la acrilamida. Universidad Veracruzana. La ciencia y el hombre 2005. <http://www.uv.mx> [Consulta 9 febrero 2007].
22. Benítez CC, Lucas A, Aispur G, Álvarez M, et al. Efectos de un potencial hepatotóxico: la acrilamida monomérica, en un modelo murino. *Comunicaciones científicas y tecnológicas*. 2004. Universidad Nacional de Nordeste. Corrientes Argentina.
23. Departamento de salud y servicios para personas mayores de New Jersey. Acrilamida hoja informativa sobre sustancias peligrosas. <http://www.state.nj.us/health/eoh/odisweb> [Consulta 2 febrero 2007].
24. Mucci L, Dickman P, Steineck G, et al. Dietary acrylamide and cancer of the large bowe, kidney and bladder: absence of an association in a population-based study in sweden. *British Journal of Cancer* 2003; 88: 84-9.
25. Díaz-Barriga F. ¿Cáncer por comer papas fritas? Departamento de Toxicología del la UASLP. <http://www.ambiental.uslp.mx/docs/FDB-020516.pdf> [Consulta 9 febrero 2007].
26. Sánchez N, Bu M, León N, Pérez-Saad H. Efecto de la Spirulina platensis en la toxicidad producida por acrilamida. *Rev Cubana Plant Med* 2003; (1): 81-94.
27. Información sobre acrilamida. <http://www.cfsan.fda.gov> [Consulta 2 febrero 2007].
28. Ortiz-Barredo MA. Determinación de los niveles de acrilamida en el café. Informe técnico final. Neiker. Instituto de investigación y desarrollo agrario del país vasco. Diciembre del 2004.
29. Parlamento europeo. Comisión del medio ambiente, salud pública y política del consumidor: acrilamida en la alimentación de lactantes y niños de corta edad. Enero 2003. <http://www.consumer.es> [Consulta 9 febrero 2007].
30. Fumadores tienen más cancerígena acrilamida en la sangre. <http://www.terra.com> [Consulta 9 febrero 2007].
31. Organización Mundial de la Salud. Las concentraciones de acrilamida en los alimentos inquietan por sus posibles efectos en la salud pública, según un comité de expertos de las Naciones Unidas. 2 marzo de 2005. <http://www.who.org> [Consulta 2 febrero 2007].
32. Acrilamida en alimentos. Efectos sobre la salud. Límites legales en alimentos. Conclusiones reunión de expertos FAO/OMS 2002. <http://www.fao.org> [Consulta 9 febrero 2007].
33. El Amin A. Storage of meats could double acrylamide levels. <http://www.foodproductiondaily.com> [Consulta 25 febrero 2007].
34. El Reino Unido confirma la presencia de acrilamida en alimentos comunes. <http://www.foodproductiondaily.com> [Consulta 25 febrero 2007].
35. El Amin A. Technology needed to cut acrylamide. Disponible en: FAO/OMS Acrilamida en los alimentos un riesgo potencial para la salud. Red internacional de inocuidad de los alimentos (INFOSAN) marzo 2005. <http://www.who.int> [Consulta 24 febrero 2007].
36. FAO/WHO Expert Committee on food additives. Sixty-fourth meeting. Rome, 8-17 February 2005. <http://www.fao.org> [Consulta 24 febrero 2007].
37. Food Safety Consultations. Health implications of acrylamide in foods. Reported FAO/OMS 2002. <http://www.fao.org> [Consulta 26 febrero 2007].
38. Instituto Panamericano de Protección a los Alimentos. ¿Qué es la acrilamida y sus riesgos? <http://www.panalimentos.org> [Consulta 16 febrero 2007].
39. Pujol X. Los investigadores ponen cerco a la acrilamida. <http://www.foodproductiondaily.com> [Consulta 25 febrero 2007]. Más información en <http://www.foodproductiondaily.com/news/ng.asp?n=71639-ciaa-acrylamide-technology>
40. FAO/OMS. Los científicos declaran que es necesario más investigación sobre la acrilamida en los alimentos. Junio de 2002. <http://www.fao.org> [Consulta 9 febrero 2007].