

# comisión del codex alimentarius

S



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES  
UNIDAS PARA LA AGRICULTURA  
Y LA ALIMENTACIÓN

ORGANIZACIÓN  
MUNDIAL  
DE LA SALUD



OFICINA CONJUNTA: Viale delle Terme di Caracalla 00100 ROMA Tel: 39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

Tema 14 (g) del programa

CX/FAC 06/38/35  
Marzo de 2006

## PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS COMITÉ DEL CODEX SOBRE ADITIVOS ALIMENTARIOS Y CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS

38º período de sesiones  
La Haya, Países Bajos, 24 – 28 de abril de 2006

### DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE LA ACRILAMIDA

(Preparado por el Reino Unido y los Estados Unidos, con la colaboración del Canadá, Noruega, Suecia, Suiza y la Confederación de Industrias Agroalimentarias)

Se ruega a todos los gobiernos y organizaciones internacionales participantes en calidad de observadores ante la Comisión del Codex Alimentarius que deseen hacer observaciones sobre el presente tema, remitirlas **a más tardar el 7 de abril de 2006** a: Contacto del Codex en los Países Bajos, Ministerio de Agricultura, la Naturaleza y la Calidad de los Alimentos, Apdo. Postal 20401, 2500 E.K., La Haya, Países Bajos (Fax: +31.70.378.6141; correo electrónico: [info@codexalimentarius.nl](mailto:info@codexalimentarius.nl), *de preferencia*), con copia para el Secretario de la Comisión del Codex Alimentarius, Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma Italia (Fax: +39.06.5705.4593; correo electrónico: [Codex@fao.org](mailto:Codex@fao.org), *de preferencia*)

### ANTECEDENTES

1. El Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos (CCFAC) decidió, en su 37º período de sesiones, que se revisara el documento de debate sobre la acrilamida,<sup>1</sup> teniendo en cuenta la evaluación de la 64ª reunión del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) sobre la acrilamida, las estrategias nacionales de reducción, y la función de la industria alimentaria, los servicios de comidas y a los consumidores. El Comité también decidió que el documento de debate incluyera un proyecto de código de prácticas y un proyecto de documento para iniciar un nuevo trabajo de elaboración del código de prácticas, a fin de presentarlo próximamente a la Comisión.

2. El Comité acordó establecer un grupo de trabajo, dirigido por el Reino Unido y los Estados Unidos, para revisar el documento de debate, tomando en consideración el debate arriba mencionado, a fin de distribuirlo, recabar observaciones y someterlo a consideración en su siguiente reunión.

### INTRODUCCIÓN

3. En abril de 2002, unos investigadores de la Administración Nacional de los Alimentos de Suecia (SNFA) y la Universidad de Estocolmo anunciaron que se forma acrilamida en diversos alimentos horneados y fritos, cocinados a elevadas temperaturas.<sup>2</sup> Desde la publicación del informe sueco se han documentado en muchos otros países resultados parecidos sobre la formación de acrilamida principalmente en alimentos con gran contenido de carbohidratos de origen vegetal, preparados o cocinados a temperaturas elevadas.<sup>3-6</sup>

4. En 2002, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) celebraron una consulta sobre las "Repercusiones para la salud de la presencia de acrilamida en los alimentos", y presentaron una serie de recomendaciones.<sup>7</sup>

5. El descubrimiento de la formación de acrilamida en algunos alimentos cocinados es motivo de preocupación porque la acrilamida probablemente es un carcinógeno humano.<sup>8</sup> A partir de estudios en animales utilizando grandes dosis, se conoce que la acrilamida es carcinógena y mutágena de las células germinales en los roedores, y posible carcinógena y genotóxica en los seres humanos, además de ser una conocida sustancia neurotóxica en los seres humanos.<sup>7, 9, 10</sup> En los animales incrementa la frecuencia de una serie de tumores benignos y malignos encontrados en diversos órganos (por ejemplo, en la glándula mamaria, en la *tunica vaginalis*, la tiroides y las adrenales).<sup>11</sup>

6. En estudios de caso de control realizados en la población no se ha encontrado asociación positiva alguna entre la exposición alimentaria a la acrilamida o fuentes alimentarias y el riesgo de cáncer en diversos órganos, algunos sin relación con los que se han determinado en las ratas.<sup>12</sup> Además, no se ha observado aumento del cáncer en estudios de grupos humanos expuestos a la acrilamida por motivos laborales, con la posible excepción de un incremento de cáncer pancreático.<sup>3, 14</sup> Sin embargo, los estudios de epidemiología tienen una capacidad limitada para detectar pequeños incrementos en la frecuencia de los tumores y, por lo tanto, la falta de una asociación positiva no es posible tomarlos como prueba de que esta sustancia no pueda producir cáncer en los seres humanos

7. Los estudios realizados hasta ahora indican que la formación de acrilamida es posible en particular en alimentos con alto contenido de carbohidratos cocinados (es decir, horneados o fritos) a temperaturas superiores a unos 120°C.<sup>15-17</sup> No se ha encontrado acrilamida en alimentos hervidos.<sup>18, 19</sup> Los mecanismos que conducen a la formación de acrilamida no se conocen cabalmente. La mayor parte de la acrilamida presente en los alimentos se forma a través de una reacción química denominada reacción de Maillard y, en particular, a través de la reacción entre el aminoácido asparagina y azúcares reductoras, naturales de los alimentos.<sup>20-24</sup> Otros precursores que se han indicado como causa de una parte del contenido de acrilamida presente en los alimentos son la 3-aminopropionamida, el ácido acrílico y el amonio.<sup>25, 26</sup>

## TOXICOLOGÍA Y EPIDEMIOLOGÍA

### Genotoxicidad y carcinogenicidad

8. El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado la acrilamida como "probablemente carcinógena para los seres humanos",<sup>8</sup> además, el Comité Científico de Alimentación (SCF) de la Unión Europea (UE) la ha calificado como carcinógeno genotóxico.<sup>27</sup> En dos estudios de largo plazo con ratas, la acrilamida incrementó la frecuencia de una serie de tumores benignos y malignos en diversos órganos.<sup>7, 8</sup> La acrilamida también indujo la formación de tumores de pulmón y de la piel en una serie de ensayos biológicos no normalizados sobre carcinogenicidad con ratones.<sup>28</sup> Se piensa que la acrilamida es un carcinógeno genotóxico, aunque existen indicios de que otras modalidades de acción podrían contribuir al espectro observado de tumores en las ratas tratadas con acrilamidas, en especial los tumores de los tejidos sensibles a las hormonas.<sup>29</sup> No se ha observado incremento del cáncer en seres humanos en contacto con la acrilamida por razones de trabajo, con la posible excepción de un aumento de cáncer de páncreas.<sup>13, 14</sup>

9. La acrilamida se metaboliza *in vivo* en glicidamida, un epóxido químicamente reactivo que podría explicar la mayor parte de los efectos genotóxicos y carcinógenos observados de la acrilamida. Algunos ejemplos de resultados genotóxicos de la acrilamida son la inducción de mutaciones genéticas y anomalías cromosómicas en células cultivadas *in vitro*,<sup>8</sup> y mutagenicidad *in vivo* en el estudio Big Blue Mouse con glicidamida y acrilamida.<sup>122</sup> Tanto la acrilamida como la glicidamida reaccionan con los compuestos nucleófilos a través de la adición de Michael para formar aductos en el ADN (glicidamida) y proteínas (acrilamida y glicidamida). Los aductos de la acrilamida y la glicidamida en la valina N-terminal de la hemoglobina no son tóxicos pero son útiles como marcadores de la exposición *in vivo* a la acrilamida.<sup>7, 27</sup> Se ha demostrado que se producen tres aductos en el ADN a partir de la exposición *in vivo* a la glicidamida, y se han encontrado otras bases aductadas en reacciones *in vitro* con acrilamida.<sup>30, 31</sup>

## Neurotoxicidad y toxicidad de la reproducción y del desarrollo

10. La neurotoxicidad (debida a la exposición laboral y a otros tipos de exposición no alimentaria y de alto nivel) es el único efecto negativo reconocido de la exposición humana a la acrilamida.<sup>7</sup> Los estudios laborales que se han realizado no ofrecen información para definir una relación entre dosis y respuesta.<sup>7</sup> No está claro si los efectos neurotóxicos de la acrilamida se pueden atribuir a la acrilamida misma o a la glicidamida, su metabolito. Tanto la OMS como el SCF concluyeron que no cabía esperar efectos neurotóxicos de los niveles de acrilamida encontrados en los alimentos.<sup>7, 27</sup>

11. Se ha demostrado en estudios con animales que la acrilamida es un tóxico de la reproducción y del desarrollo. Como en el caso de la neurotoxicidad, se cree que los efectos reproductivos y en el desarrollo ocurren con dosis mucho más elevadas de las que aparecen en los alimentos. La Consulta de Expertos de la OMS declaró que el nivel de efectos adversos no observados (NOAEL) correspondiente a las repercusiones en la fertilidad fue cuatro veces mayor que el de neurotoxicidad (neuropatía), y que controlando la neurotoxicidad se controlarían los efectos en la fertilidad.<sup>7</sup>

12. En 2004, un grupo de expertos del Programa nacional de toxicología de los Estados Unidos (NTP) examinó la toxicidad reproductiva y del desarrollo de la acrilamida, y determinó como niveles más bajos con efecto adverso observado (LOAEL) entre 4 y 45 mg/kg pc al día para la toxicidad del desarrollo y toxicidad reproductiva masculina en ratones y ratas. Considerando el bajo nivel de la exposición humana estimada a la acrilamida (comprendida la exposición alimentaria), el grupo de expertos manifestó que el motivo de preocupación por posibles efectos reproductivos y del desarrollo negativos sería insignificante, y mínimo respecto a los efectos hereditarios inducidos por la acrilamida en la población en general.<sup>32</sup>

### Estudios en curso

13. Están en curso diversos estudios sobre la toxicología de la acrilamida, cuyos detalles figuran en el portal Acrylamide Infonet, de la FAO y la OMS.<sup>33</sup> Como figura en su Plan de acción para la acrilamida en los alimentos,<sup>34</sup> la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de los Estados Unidos y las organizaciones asociadas están llevando a cabo un conjunto de estudios sobre la acrilamida y la glicidamida. Se han terminado algunos estudios de corto plazo sobre toxicocinética, biodisponibilidad, formación de aductos en el ADN, y presencia de acrilamida en alimento para roedores,<sup>35-38</sup> pero los resultados de los ensayos sobre carcinogenicidad a largo plazo y una evaluación de la neurotoxicidad del desarrollo no estarán disponibles sino hasta 2008. La evaluación del JECFA solicitada por el CCFAC, por lo tanto, no se finalizará sino hasta que se hayan concluido estos estudios de la carcinogenicidad y neurotoxicidad, y se evalúen sus resultados.

### Evaluación del JECFA

14. En la 64ª reunión del JECFA se evaluó la acrilamida y se resumió la información sobre la biodisponibilidad, el metabolismo, la toxicología, la exposición y la formación de la acrilamida.<sup>39</sup> El JECFA caracterizó el riesgo carcinogénico de la acrilamida mediante el cálculo de los márgenes de exposición (MOE) entre un límite inferior de la dosis de referencia para los tumores en las glándulas mamarias de las ratas y la ingesta estimada de acrilamida de los consumidores con un consumo promedio (1 µg/kg pc/día) y un consumo elevado (4 µg/kg pc/día) (véase también la sección: Exposición, en este documento). Los márgenes de exposición fueron de 300 para el consumo promedio y 75 para el consumo elevado. El Comité consideró que estos márgenes de exposición son bajos para un compuesto genotóxico y cancerígeno, y concluyó que pueden indicar un peligro para la salud humana.

15. El JECFA también calculó los márgenes de exposición en los resultados neurológicos. Con base en estos márgenes de exposición el Comité afirmó que es poco probable que se produzcan efectos neurológicos negativos con las ingestas estimadas, pero dijo asimismo que no se podía excluir la formación de cambios morfológicos en algunos individuos con ingestas muy elevadas. El JECFA explicó que los estudios en curso sobre neurotoxicidad y efectos en el desarrollo neurológico en las ratas definirán con mayor claridad si pueden producirse efectos a partir de la ingesta a largo plazo de dosis bajas de acrilamida.

16. El JECFA hizo las siguientes recomendaciones: 1) la acrilamida debería evaluarse de nuevo cuando se tengan los resultados de los estudios en curso sobre carcinogenicidad y sobre neurotoxicidad a largo plazo; 2) debería proseguir la elaboración de modelos farmacocinéticos con base farmacológica (PBPK) para asociar mejor los datos de biomarcadores humanos con evaluaciones de la exposición y los efectos toxicológicos en animales de experimentación; 3) se debería seguir tratando de reducir las concentraciones de acrilamida en los alimentos; y 4) sería útil tener datos sobre la presencia de acrilamida en los alimentos que se consumen en los países en desarrollo.

### **Estudios epidemiológicos**

17. El Grupo de Trabajo sobre exposición y biomarcadores del Taller sobre acrilamida en los alimentos de 2004, del Instituto Mixto de Inocuidad de los Alimentos y Nutrición Aplicada (JIFSAN), examinó los estudios epidemiológicos disponibles sobre la acrilamida (exposición a través de los alimentos y por motivos laborales). El taller declaró que si bien los estudios disponibles a la fecha no proporcionan datos conclusivos de que exista alguna relación entre la exposición alimentaria a la acrilamida y el riesgo de cáncer, esto no significa necesariamente que dicha relación no exista.<sup>12</sup>

18. El JIFSAN concluyó que los estudios epidemiológicos disponibles no tienen la fuerza estadística necesaria para detectar un riesgo de cáncer por exposición alimentaria a la acrilamida a los niveles indicados por los estudios toxicológicos.<sup>12</sup> Asimismo, el JECFA concluyó que los resultados de los estudios epidemiológicos disponibles que estiman la exposición oral a la acrilamida no son adecuados en la evaluación de riesgos de la acrilamida.<sup>39</sup>

### **MÉTODOS ANALÍTICOS**

19. Se han utilizado diversos métodos analíticos para cuantificar la acrilamida presente en los alimentos. Los métodos más utilizados se basan en detección mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas (analito derivatizado o no derivatizado), cromatografía de gases y espectrometría de masas y cromatografía de líquidos de elevado desempeño combinada con espectrometría de masas, utilizando una norma interna marcada con un isótopo estable.<sup>40, 41, 82</sup>

20. Acrylamide Infonet, portal de la FAO y la OMS coordinado por el Instituto Mixto de Inocuidad de los Alimentos y Nutrición Aplicada, funciona como recurso mundial e inventario de la investigación en curso sobre la acrilamida en los alimentos.<sup>33</sup> Infonet contiene información (o enlaces de información) sobre diversas metodologías analíticas.

21. Recientemente se examinaron los métodos y la preparación de muestras destinados a medir la acrilamida presente en los alimentos.<sup>14</sup> Este examen contiene información sobre métodos, tomada de artículos revisados por homólogos y de otras fuentes (por ejemplo, un estudio realizado entre laboratorios oficiales y privados de los Estados Miembros de la Unión Europea). Los autores concluyeron que la influencia de las distintas técnicas de extracción o solventes de extracción no se ha investigado plenamente todavía y que los criterios de desempeño de estos métodos deberían verse con ojo crítico.<sup>42</sup>

22. El Taller sobre la acrilamida en los alimentos, del JIFSAN, examinó el estado de la metodología de la acrilamida hasta abril de 2004.<sup>43</sup> Entre las conclusiones a las que llegó el grupo de trabajo sobre metodología analítica están las siguientes: 1) se han tratado prácticamente todas las matrices de interés, pero hay poca información sobre el desempeño de los métodos en una serie de productos; 2) la identificación de los compuestos detectados, como la acrilamida, es fidedigna; 3) los resultados numéricos en general son satisfactorios, de acuerdo a la concentración y la matriz; y 4) se están haciendo con regularidad pruebas de competencia, pero se necesitan materiales certificados de referencia y validación entre laboratorios de los métodos. El grupo de trabajo también determinó los elementos necesarios para garantizar que la metodología se aplique correctamente.<sup>43</sup>

23. El grupo de trabajo sobre la acrilamida, del Centro Común de Investigación (CCI) de la Comisión Europea (CE), sigue estudiando los requisitos de los métodos analíticos. El CCI ha realizado una serie de pruebas de competencia sobre la determinación de la acrilamida en una serie de matrices.<sup>42</sup> Una prueba reciente con muestras de pan crujiente reveló un desempeño insatisfactorio ( $z > 2$ ) de un 30% de los laboratorios que participaron, en por lo menos una de las cinco muestras analizadas. En el proyecto Heatox de la CE,<sup>44</sup> el CCI tiene previsto validar dos métodos para determinar el contenido de acrilamida en una selección de matrices de alimentos. El CCI, con el Instituto Alemán de Investigación y Ensayo de Materiales está preparando materiales certificados de referencia para la acrilamida (pan tostado y pan crujiente).<sup>42</sup>

24. En los Estados Unidos, la Asociación Nacional de Procesadores de Alimentos (NFPA) ha realizado tres pruebas del anillo para evaluar el desempeño analítico de los laboratorios del gobierno y comerciales que llevan a cabo el análisis de la acrilamida. Tanto los laboratorios norteamericanos como los europeos participaron en estas pruebas, en las que estuvieron representados diversos métodos. Los resultados de la última ronda de pruebas, que comprendieron muestras de cereales, manteca de cacahuete, chocolate y café, pueden consultarse en el portal del JIFSAN.<sup>43</sup>

## EXPOSICIÓN ALIMENTARIA

25. Se detectó la presencia de acrilamida en alimentos de elaboración comercial y cocinados en casa. La amplia variedad de alimentos susceptibles a la formación de acrilamida incluyen productos básicos y otros productos importantes para la alimentación.

26. El cuadro 1 resume algunos resultados del análisis de la presencia de acrilamida en los alimentos. Se ha realizado un número limitado de análisis de algunos de estos grupos de alimentos. Se observó una considerable variación en los niveles de acrilamida entre alimentos de algunas categorías determinadas y en lotes de productos elaborados en las mismas condiciones. El cuadro resume los datos producidos desde abril de 2002 de la presencia de la acrilamida, por lo tanto, no necesariamente refleja los niveles actuales de acrilamida en estos productos.

**Cuadro 1: Resumen de los niveles documentados de acrilamida en los alimentos**

Grupo de alimentos	Grupo de productos alimentarios	Niveles de acrilamida ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	
		mínimo	máximo
papas	papas crujientes <sup>a</sup>	117 <sup>6</sup>	3770 <sup>45</sup>
	papas fritas o a la francesa <sup>b, c</sup>	59 <sup>46</sup>	5200 <sup>47</sup>
	papas (crudas)	<10 <sup>48</sup>	<50 <sup>47</sup>
	buñuelos de papa y papas desmenuzadas (fritos)	42 <sup>45</sup>	2779 <sup>45</sup>
productos de cereales	hojuelas de maíz	120 <sup>3</sup>	220 <sup>6</sup>
	productos de panadería y galletas	18 <sup>49</sup>	3324 <sup>45</sup>
	pan de jengibre	<20 <sup>45</sup>	7834 <sup>45</sup>
	pan	<10 <sup>6</sup>	130 <sup>6</sup>
	pan (tostadas)	25 <sup>47</sup>	1430 <sup>50</sup>
	cereales para el desayuno (no para niños pequeños)	11 <sup>6</sup>	1057 <sup>6</sup>
	pan crujiente	<30 <sup>2</sup>	2838 <sup>45</sup>
	pasteles y galletas para diabéticos	20 <sup>45</sup>	3044 <sup>45</sup>
	palomitas de maíz (dulces y saladas)	57 <sup>45</sup>	300 <sup>45</sup>
	golosinas de ajonjolí	55 <sup>45</sup>	160 <sup>45</sup>
arroz y fideos	fideos fritos	3 <sup>51</sup>	581 <sup>49</sup>
	arroz frito	<3 <sup>51</sup>	67 <sup>51</sup>
	sopa de fideos instantánea	<3 <sup>51</sup>	152 <sup>6</sup>
	galletas de arroz, asadas o fritas	17 <sup>49</sup>	500 <sup>52</sup>
fruta y hortalizas	aceitunas negras de lata	123 <sup>53</sup>	1925 <sup>6</sup>
	jugo de ciruela pasa embotellado	53 <sup>53</sup>	267 <sup>6</sup>
	hortalizas fritas (incluidas las hortalizas para tempura)	34 <sup>49</sup>	34 <sup>49</sup>
frutos secos	frutos secos, así como la crema de cacahuete	28 <sup>6</sup>	339 <sup>6</sup>

Grupo de alimentos	Grupo de productos alimentarios	Niveles de acrilamida ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	
		mínimo	máximo
alimentos compuestos fritos	especialidades asiáticas fritas en aceite abundante: bolas de masa, bollos, buñuelos	<3 <sup>51</sup>	190 <sup>51</sup>
	aperitivos asiáticos apetitosos y fritos en aceite abundante (lentejas, "mezcla Bombay")	33 <sup>45</sup>	120 <sup>45</sup>
pescado y carne	productos de pescado y mariscos, empanados o rebozados	<2 <sup>49</sup>	39 <sup>7</sup>
	productos de carne o avícolas, empanados o rebozados (fritos)	<10 <sup>6</sup>	64 <sup>7</sup>
	carne en canal, pollo y pescado (frito)	<5 <sup>18</sup>	52 <sup>18</sup>
productos de cacao	productos de chocolate	<2 <sup>46</sup>	826 <sup>45</sup>
	cacao en polvo <sup>d</sup>	<10 <sup>6</sup>	909 <sup>6</sup>
bebidas	café (tostado) <sup>e</sup>	45 <sup>6</sup>	975 <sup>45</sup>
	sucedáneo del café <sup>f</sup>	116 <sup>45</sup>	5399 <sup>6</sup>
	extracto de café, café en polvo <sup>e</sup>	195 <sup>45</sup>	4948 <sup>45</sup>
	té tostado (hoji-cha) y té Oolong <sup>g</sup>	<9 <sup>52</sup>	567 <sup>52</sup>
	granos de cebada tostados (para té)	140 <sup>7</sup>	578 <sup>49</sup>
	cerveza	<6 <sup>46</sup>	<30 <sup>50</sup>
alimentos para niños pequeños y lactantes	galletas y bizcochos para niños pequeños	<20 <sup>45</sup>	910 <sup>45</sup>
	alimentos envasados o enlatados para lactantes	<10 <sup>6</sup>	121 <sup>6</sup>

<sup>a</sup> Refrigerio de patatas (papas) fritas en cortes finos (en algunas regiones, comprendida América del Norte, se llaman "papas fritas").

<sup>b</sup> Productos de papa en cortes más gruesos (llamados papas a la francesa en algunas regiones, comprendida América del Norte, o papas fritas en el Reino Unido).

<sup>c</sup> Se han registrado niveles más altos en productos preparados en casa cocidos en exceso, como en la muestra registrada de papas fritas demasiado cocidas que presentó un nivel de acrilamida de 12800.<sup>47</sup>

<sup>d</sup> Cacao en polvo para pastelería.

<sup>e</sup> Analizado como se vende (como café tostado, instantáneo, extracto de café en polvo) y no preparado para el consumo.

<sup>f</sup> No está claro si la muestra que presentó el valor mínimo se analizó como se vendió o preparada para el consumo. La muestra del valor máximo se analizó como se vendía y no preparada para el consumo.

<sup>g</sup> El té tostado (té hoij) contuvo entre 519 y 567  $\mu\text{g}/\text{g}$ , y el té Oolong tuvo entre <9 y 142  $\mu\text{g}/\text{g}$ , respectivamente. Las muestras de té verde, té (negro), y té Pu'er no presentaron niveles de acrilamida detectables e ( $<9 \mu\text{g}/\text{g}$ ) ni residuos [ $9 \text{ a } 30 \mu\text{g}/\text{g}$ ].<sup>52</sup>

27. Como se resumen en el cuadro 2 (véanse las notas del cuadro), se han realizado algunos estudios para estimar la exposición alimentaria a la acrilamida. Las estimaciones de la ingesta a corto plazo oscilaron entre 0,2  $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$  para el consumo promedio a 3,4  $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$  para el consumo elevado. Estos niveles se resumen en el cuadro 1. Cabe señalar que se utilizaron diversos métodos para proporcionar los datos sobre la presencia de la acrilamida y los datos sobre el consumo de alimentos, así como para estimar la exposición alimentaria.

## Cuadro 2: Resumen del consumo alimentario de acrilamida

País/organización	Ingesta alimentaria estimada de acrilamida ( $\mu\text{g}/\text{kg pc}/\text{día}$ )*
FAO/OMS <sup>7</sup>	0,3-0,8
UE SCF <sup>27</sup>	0,2-0,4
BfR, Alemania <sup>54</sup>	1,1-3,4
BAG, Suiza <sup>55</sup>	0,28
SNT, Noruega <sup>56</sup>	0,32-1,35
AFSSA, Francia <sup>57</sup>	0,5-2,9
SNFA, Suecia <sup>58,114</sup>	0,45-1,03
NFCS, Países Bajos <sup>50</sup>	0,48-1,1
Estados Unidos <sup>39</sup>	0,43-2,31
Reino Unido <sup>60</sup>	0,3-1,8
JECFA <sup>39</sup>	1-4

\* Los intervalos incluyen los niveles de exposición de consumo medio y alto, donde se han estimado estos niveles.

28. La Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE.UU. informó que ocho categorías de alimentos (papas crujientes,<sup>a</sup> papas fritas comunes,<sup>b</sup> papas fritas al horno, cereales para el desayuno, pan tostado, galletas, pan suave, café) aportan más del 80 por ciento del consumo de acrilamida de la población media y que no hay un alimento específico que represente la mayor parte de la ingesta de acrilamida de la población media.<sup>61</sup> Las estimaciones de la exposición alimentaria realizadas en el Reino Unido revelan que los productos elaborados con cereales y las papas también son las principales fuentes de acrilamida en la alimentación en el Reino Unido.<sup>60</sup> Los principales grupos de alimentos que contribuyen a la exposición a la acrilamida parecen ser similares en América del Norte y Europa.

29. No se ha establecido la contribución de la comida casera a la exposición alimentaria.

### Fuentes de exposición no alimentaria

30. Otras posibles fuentes de exposición a la acrilamida son la exposición laboral<sup>11</sup> y el tabaco,<sup>9, 62</sup> así como la presencia de residuos de acrilamida en la poliacrilamida utilizada en algunos productos, como los cosméticos, acondicionadores de suelos, así como en los coagulantes y floculantes utilizados en el tratamiento del agua.<sup>11</sup> Se han establecido límites aceptables de acrilamida en los cosméticos y el agua.<sup>11, 63, 64</sup>

### FORMACIÓN EN LOS ALIMENTOS

31. Se ha encontrado acrilamida en alimentos preparados con tratamientos térmicos en la elaboración comercial y en la preparación casera.

32. Se ha determinado una serie de mecanismos teóricos de formación de acrilamida, comprendida la vía exclusiva de los aminoácidos, de intermedios de acroleína, intermedios de ácido acrílico y precursores de la reacción de Maillard.<sup>24</sup> La vía que parece explicar la mayor parte de la acrilamida presente en casi todos los alimentos en que se ha encontrado esta sustancia suponen una reacción química producida a alta temperatura, llamada reacción de Maillard, entre el aminoácido asparagina y algunas azúcares reductoras, elementos ambos que aparecen naturalmente en los alimentos.<sup>20-24, 5, 66</sup> Los alimentos que tienen un abundante contenido de estos precursores proceden en gran parte de vegetales, es decir, papas y cereales.<sup>67</sup> En muchos procedimientos de preparación la cascada de Maillard es el procedimiento químico predominante que produce productos que determinan el color, el sabor, el aroma y la textura de los alimentos cocinados, basado en las reacciones muy complejas que se dan entre los aminoácidos y los azúcares.

33. A partir de estudios mecanísticos se han hipotizado otras trayectorias de formación de acrilamida en los alimentos:<sup>25, 26</sup> a) al calentar la asparagina o la glutamina a 180°C se forma acrilamida por degradación térmica, aunque sea en niveles mínimos, b) el amoniaco producido por aminoácidos alfa mediante la degradación de Strecker reacciona con ácido acrílico, formado a partir de acroleína en la degradación de lípidos o de ácido aspártico por una vía análoga,<sup>68</sup> c) un radical de ácido acrílico por aplicación de calor a alta temperatura de la acroleína reacciona con un radical amino formado por calentamiento de un aminoácido a elevada temperatura, y d) la 3-aminopropionamida formada por decarboxilación enzimática de la asparagina (por ejemplo en las papas), se degrada y convierte en acrilamida durante la aplicación de calor. Sin embargo, por lo general, la vía principal es la reacción a alta temperatura entre la asparagina y las azúcares reductoras.<sup>69, 70</sup>

34. También se ha encontrado acrilamida en el café, en aceitunas negras maduras de lata, frutos secos, chocolate, algunos productos de pescado y de carne, hortalizas asadas (pimientos, cebollas, brócoli) y ciruelas pasas.<sup>6, 53, 71-73</sup> Se ha investigado intensamente la formación de acrilamida en el café durante la torrefacción.<sup>120</sup> La investigación indica que la asparagina posiblemente sea la causa determinante de la formación de acrilamida en el café,<sup>23, 66</sup> pero podría haber otras vías de formación debido a que el café se elabora a temperaturas más elevadas que otros alimentos.<sup>26, 68</sup> Se sabe que la acrilamida se forma al inicio del tostado y después disminuye, y que un 70 por ciento de la acrilamida se "pierde" o degrada en las últimas etapas de la torrefacción, antes de llegar al grado final de tostado común del los productos comerciales de café tostado. También se ha establecido que en el café tostado oscuro los niveles de acrilamida son menores.<sup>71, 121</sup> El descubrimiento de la presencia de acrilamida en las aceitunas y las ciruelas pasas fue imprevisto, y los mecanismos a través de los cuales se forman en estos alimentos no se ha establecido.<sup>72</sup> Otros factores, como la utilización de gluconato ferroso, pueden intervenir en la formación de acrilamida en las aceitunas negras de lata,<sup>74</sup> pero esto no se ha podido confirmar

35. Los resultados de unos estudios sobre los efectos de la preparación casera indicaron que aparece acrilamida en algunos alimentos de elaboración doméstica, como las papas fritas y el pan tostado, pero que los niveles de esta sustancia pueden reducirse al mínimo (se examinan en la sección: Disminución de los niveles de acrilamida en los alimentos).<sup>76</sup> La Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE.UU. también ha analizado la acrilamida en cientos de muestras de alimentos en su estudio sobre la alimentación, que comprende alimentos preparados por los consumidores.<sup>53</sup> En los Estados Unidos y en el Reino Unido está investigándose la formación de acrilamida durante la preparación casera de los alimentos.<sup>33, 76, 77</sup>

36. En estudios de la estabilidad de la acrilamida en los alimentos se ha observado que ésta no es estable en algunos alimentos con el paso del tiempo. Se ha observado que los niveles de acrilamida disminuyen en el café, el cacao, las galletas, el pan de jengibre y el regaliz durante el almacenamiento de estos productos.<sup>74, 78-80</sup>

#### **DISMINUCIÓN DE LOS NIVELES DE ACRILAMIDA EN LOS ALIMENTOS**

37. Esta sección del documento de debate tiene como objetivo servir de base para la futura elaboración de un código de prácticas para la reducción de los niveles de acrilamida en los alimentos. En el anexo 1 se presenta un esquema del código de prácticas propuesto, y en el anexo 2 figura el proyecto de documento para la propuesta de nuevas actividades.

#### **Factores que repercuten en la formación de acrilamida**

38. Los factores que repercuten en la formación de acrilamida se han caracterizado principalmente en los alimentos elaborados con papas y cereales. Los principales factores determinados son la presencia de precursores de la acrilamida (sobre todo asparagina y azúcares reductoras), la temperatura y el tiempo de cocción, y otras condiciones o parámetros de reacción, como el pH, la actividad del agua, la superficie y el grado de dorado. Algunos de estos factores pueden manipularse para reducir los niveles de acrilamida

39. A determinada concentración de azúcar y asparagina se forma más acrilamida en las papas que en la harina de trigo y el almidón de maíz. Esto indica que podrían participar otros factores, como la presencia de amoníaco.<sup>22, 119</sup>

40. En los alimentos elaborados con papas, la cantidad de azúcares reductoras es un factor decisivo en la formación de acrilamida, mientras que los niveles de asparagina son menos importantes. Diversos factores repercuten en el contenido de azúcar de las papas, como la variedad, la temperatura durante el cultivo, la humedad del suelo y las condiciones de almacenamiento.<sup>16</sup> El tipo de cultivo y las condiciones de almacenamiento son factores decisivos en la determinación de la cantidad de azúcares reductoras.<sup>15-17, 81-86</sup> Varios grupos de investigación<sup>83, 85</sup> han descubierto que los niveles de azúcares reductoras en una serie de variedades de papas variaba por un factor de 32, mientras que el contenido de asparagina libre variaba poco. Se ha documentado que el almacenamiento a baja temperatura (de 4°C a 6°C), incluso durante períodos breves, puede incrementar enormemente los niveles de azúcar en las papas.<sup>15, 75, 84</sup> Se ha documentado que incluso en las variedades de papas que tienen niveles bajos de azúcar puede aumentar mucho la concentración de azúcar en condiciones de almacenamiento a baja temperatura.<sup>84</sup> La industria de papas elaboradas almacena las papas a temperaturas de entre 6°C y 8°C (papas para producir papas fritas), o a temperaturas de entre 8°C y 10°C (papas para elaborar papas crujientes) durante períodos largos (de hasta 9 meses) a fin de evitar que aumente el azúcar.<sup>75</sup> En la industria de la elaboración de la papa, ésta se reconstituye durante dos o tres semanas después de un período prolongado de almacenamiento a temperaturas de entre 6°C y 8°C. Esta reconstitución reduce los niveles de azúcar al incrementarse la respiración.<sup>75</sup> Un informe documenta que las papas fritas que se venden refrigeradas y tienen un tratamiento previo (escaldadas, prefritas) pueden producir niveles más elevados de acrilamida que las papas fritas congeladas, a consecuencia de la liberación de azúcar reductora durante el almacenamiento.

41. En los alimentos elaborados con cereales, los niveles inherentes de azúcares reductoras son inferiores y están menos sujetos a variación que en las papas.<sup>87</sup> Los niveles de asparagina en la materia prima aunados al método de elaboración parecen ser la principal determinante de la cantidad de acrilamida que aparece en el producto final.<sup>75, 87</sup>



42. La combinación de temperatura y duración de la cocción también repercute en el nivel de acrilamida presente en los alimentos. Se ha indicado que cuando la temperatura de elaboración de un alimento supera los 120°C, la velocidad de formación de acrilamida aumenta rápidamente cuando la temperatura supera un margen determinado.<sup>88</sup> A temperaturas superiores a 160°C-170°C, la tasa de eliminación de la acrilamida aumenta significativamente en algunos alimentos y sistemas modelo.<sup>16, 22</sup> Si bien la reducción de la exposición a altas temperaturas o prolongados períodos de cocción a menudo reduce los niveles de acrilamida, no siempre está claro si reducir el tiempo o la temperatura es lo que produce un mayor efecto o si es lo más adecuado, ya que se han documentado resultados diversos en distintos alimentos. Por ejemplo, se documentaron concentraciones más altas de acrilamida con tiempos de cocción más breve/temperaturas más altas en el caso de las frituras chinas<sup>51</sup> y de las papas en rebanadas al horno o fritas.<sup>15</sup> En cambio, se documentaron niveles más elevados de acrilamida en la cocción de pan de jengibre durante un período más prolongado a menor temperatura.<sup>83</sup> Además, puede no ser posible reducir el tiempo y la temperatura más allá de cierto límite sin que pierdan interés o calidad los alimentos. Por ejemplo, al reducir la temperatura con que se fríen las papas fritas se puede reducir su contenido de acrilamida, pero también puede aumentar su contenido de grasa.<sup>15</sup> Por último, al incrementarse el tiempo de cocción también se ha demostrado que se reduce el contenido de acrilamida en algunos productos, al promover la eliminación de la acrilamida.<sup>75, 87</sup>

43. Otros factores que se ha demostrado que repercuten en la formación de acrilamida son el pH, la actividad del agua, el tamaño de la superficie y el grado de dorado. Las condiciones óptimas para la formación de acrilamida a partir de asparagina parecen ser con un pH de 7-8, y los investigadores han analizado la capacidad de diversos ácidos (como el ácido cítrico) de reducir la formación de acrilamida en los alimentos tratados con calor.<sup>17, 89, 90</sup>

44. La medida en que se dora la superficie de algunos alimentos cocidos (como la costra del pan, el pan tostado y las papas) parece relacionarse con los niveles de acrilamida presentes en un determinado producto, y cocinar los alimentos en condiciones que limiten el dorado de la superficie podría traducirse en menor formación de acrilamida en ese determinado producto.<sup>91-93</sup> Si bien se ha observado una correlación entre el color de los alimentos y la concentración de acrilamida en algunos productos, tal vez no sea posible establecer una regla general para todos los productos. La extensión de la superficie se relaciona con el dorado en que a mayor superficie, mayor es la parte en que se pueden producir las reacciones a través de las cuales se forma la acrilamida, y reduciendo esta superficie podría limitarse la formación de acrilamida.<sup>91</sup>

45. Se han indagado los efectos de diversos aditivos para reducir la formación de acrilamida en los productos de papa, pero estos estudios todavía se consideran preliminares.<sup>76</sup> Entre los aditivos que pueden reducir la acrilamida están los ácidos cítrico y láctico, los aminoácidos, el romero, el cloruro de calcio, el fitato y una mezcla de especies de flavonoides.<sup>16, 17, 23, 76, 94, 95</sup> La utilización de asparaginasa ha reducido en gran medida y con eficacia los niveles de acrilamida en las hojuelas de papa y en las papas fritas, pero se estima que faltan varios años para que se comercialice.<sup>24, 66</sup> La producción comercial de asparaginasa depende de dos patentes que están en examen actualmente. Una autoridad adecuada tendría que aprobar la utilización de asparaginasa como coadyuvante en la elaboración de alimentos. Otros aditivos, como el BHT, el sesamol y la vitamina E parecen favorecer la formación de acrilamida en la carne.<sup>96</sup> Asimismo, la formación de acrilamida parece aumentar cuando se añade aceite vegetal a las papas, y se cree que este efecto se debe a los antioxidantes que contiene el aceite.<sup>96</sup>

46. Se ha descubierto que el aceite para cocinar utilizado en la elaboración no produce diferencias significativas en la formación de acrilamida en los alimentos fritos.<sup>97</sup>

47. Recientemente se ha informado que hay una relación positiva entre la formación de antioxidantes (que pueden ser un beneficio para la nutrición) y la concentración de acrilamida en las galletas y el café,<sup>118</sup> producida en ambos casos a través de la reacción de Maillard.

## Estrategias para reducir la formación de acrilamida en los alimentos

48. Es posible alterar algunos parámetros o factores cuya participación en la formación de acrilamida es conocida, a fin de reducir el contenido de esta sustancia en el producto final. En esta sección se contemplan algunas de estas modificaciones. La Confederación de Industrias Agroalimentarias (CIAA) ha elaborado un "juego de herramientas" que consiste de medidas aplicables a grupos específicos de alimentos. Estas herramientas presentan métodos que pueden aplicarse para reducir la acrilamida en los ámbitos de: los parámetros naturales (por ejemplo, los factores agronómicos y los parámetros biológicos y químicos de las materias primas), la composición de los productos (modificar las recetas), las condiciones de elaboración (por ejemplo el calor aplicado o el tratamiento previo del producto, o los ingredientes), y la evaluación del efecto de estos métodos en las características del producto final (sabor, color, duración, etc.).<sup>75</sup> Este planteamiento se presentó con detalle en una reunión de partes de la Comisión Europea, celebrada en enero de 2005, y aprovecha los adelantos anteriores en materia de medios para reducir la concentración de acrilamida en los alimentos, según se señaló en la reunión de partes interesadas de la Comisión Europea de octubre de 2003.<sup>77, 87</sup> En septiembre de 2005 se publicó en el portal de la CIAA una versión pública del juego de herramientas.<sup>98</sup>

## Productos elaborados con papa

49. Las estrategias para reducir al mínimo la formación de acrilamida en los productos de papa consisten en reducir los niveles de azúcares reductoras precursoras en el tubérculo de la papa, y disminuir al mínimo la conversión de estos azúcares en acrilamida durante el tratamiento con calor. Las estrategias incluyen la selección de variedades de papa que contengan niveles bajos de azúcares reductoras, almacenamiento de las papas a temperaturas de entre 8°C y 10°C o más elevadas, y utilización de temperaturas y tiempos de cocción moderados.<sup>16, 84</sup>

50. La elección de la variedad de papa para elaboración comercial y para la venta minorista de papas frescas depende de la utilización de la papa. La industria alimentaria selecciona las papas que tienen características específicas, como niveles bajos de azúcares reductoras para preparar papas crujientes<sup>a</sup> o papas fritas,<sup>b</sup> ya que así se obtiene un producto de color más claro.<sup>15, 81, 85</sup> En general, la estrategia para reducir al mínimo la presencia de acrilamida en los alimentos debería contemplar la utilización de papas con poco contenido de azúcares reductoras para prepararlas con métodos que pueden formar acrilamida, como cuando se fríen o se asan.<sup>81, 83</sup>

51. Dado que el almacenamiento por debajo de 6°C-10°C promueve la formación de azúcares reductoras, la acrilamida puede reducirse al mínimo evitando almacenar papas en condiciones de refrigeración (entre 4°C y 6°C) si van a utilizarse para freír, asar o algún otro procedimiento de cocción a alta temperatura.<sup>81, 83, 84, 93, 97</sup> Debería contemplarse el almacenamiento a temperaturas de entre 8°C y 10°C, o superiores, de la granja al consumo, ya que la refrigeración, incluso por períodos breves (por ejemplo, varios días) puede incrementar los niveles de azúcar.<sup>15, 84</sup> Debería considerarse informar al consumidor sobre las condiciones de almacenamiento de las papas, incluso sobre almacenamiento sin refrigeración.<sup>81</sup> La consideración de utilizar la temperatura de almacenamiento para controlar los niveles de azúcar necesita ponderarse respecto a la función positiva del almacenamiento a baja temperatura que contribuye a evitar la germinación y algunas enfermedades, además de que permite disponer de papas durante todo el año y reducir el nivel de residuos de sustancias químicas para evitar la germinación.<sup>84, 99</sup>

---

<sup>a</sup> Refrigerio de patatas (papas) fritas en cortes finos (en algunas regiones, comprendida América del Norte, se llaman "papas fritas").

<sup>b</sup> Productos de papa en cortes más gruesos (llamadas papas a la francesa en algunas regiones, incluso en América del Norte, o papas fritas en el Reino Unido).

52. Remojar o escaldar en agua las papas que vayan a freírse o asarse reducirá los niveles de acrilamida en el producto final porque así se eliminan los precursores de la acrilamida.<sup>15, 76</sup> Sin embargo, este tratamiento puede demorar el dorado y hacer que se prolongue la cocción, lo que produce niveles similares de acrilamida.<sup>15, 97</sup> Un enjuague ácido, con vinagre y agua<sup>76</sup> o con ácido cítrico<sup>15</sup> puede contribuir a reducir la acrilamida, si bien la cantidad que debe añadirse para que estos tratamientos sean eficaces también puede afectar el sabor o la textura y producir un efecto negativo en la calidad del aceite para cocinar. Escaldar es un procedimiento normal en la elaboración de papas fritas para regular los niveles de azúcar en la superficie del producto. En la creación de estrategias para reducir al mínimo la formación de acrilamida en estos productos, es necesario tener en cuenta los otros efectos de remojar las papas antes de freírlas. Por ejemplo, se sabe que las papas pierden vitamina C al remojarlas en agua, y precocerlas o remojarlas antes de freírlas o asarlas puede incrementar el contenido de grasa en el producto final

53. Se ha documentado que añadir aminoácidos puede contribuir a reducir la concentración de acrilamida en los productos de papas fritas.<sup>17, 100</sup> Sin embargo, la eficacia de estas sustancias no es constante en los diversos productos, por ejemplo, añadir aminoácidos cuando se escaldan las papas crujientes puede reducir la formación de acrilamida, pero aparentemente no produce efecto alguno en las papas fritas.

54. La presencia de iones de calcio también puede contribuir a reducir la formación de acrilamida. Un método patentado recientemente<sup>101</sup> presentó estudios de laboratorio en los que el catión de calcio reduce la concentración de acrilamida en diversos productos, incluidas las papas fritas y las papas crujientes prefabricadas.

55. Los niveles de acrilamida en los productos fritos o asados también pueden reducirse disminuyendo la superficie, por ejemplo, cortando las papas en rebanadas más gruesas o eliminando las partes delgadas antes o después de freírlas.<sup>15, 91, 97</sup>

56. Una estrategia que promete dar buenos resultados para reducir la exposición a la acrilamida al mínimo consiste en utilizar la enzima asparaginasa. Si bien todavía está relativamente lejana la aplicación comercial de este método, los estudios preliminares sobre su eficacia son interesantes. Por ejemplo, en experimentos de laboratorio se ha observado una reducción de la acrilamida del 97% en las papas crujientes y del 80% en las papas fritas.<sup>24, 102</sup>

57. Los refrigerios de papa se elaboran con masas hechas de escamas de papa principalmente. Es factible reducir el contenido de acrilamida de estos productos sustituyendo parcialmente los ingredientes de la papa con otros ingredientes, como trigo, maíz y arroz, que tienen un contenido más bajo de azúcar reductora/asparagina.<sup>75</sup>

58. Los niveles de acrilamida también se pueden controlar evitando un dorado excesivo.<sup>91, 103</sup> Los resultados que se han debatido para las papas fritas se refieren a las papas crujientes y doradas, y ligeramente doradas en las puntas o en los bordes,<sup>15, 76</sup> o de un color dorado amarillo, sin dorado en la superficie.<sup>87</sup>

59. También puede contribuir a reducir los niveles de acrilamida aplicar menos calor durante la cocción, ya sea disminuyendo las temperaturas de cocción o la duración de ésta.<sup>15, 76, 87</sup> Utilizar temperaturas más bajas para hacer papas fritas puede contribuir a reducir los niveles de acrilamida evitando que ésta aumente rápidamente al final del proceso de cocción, en particular a temperaturas más elevadas, cuando es fácil superar las condiciones ideales de cocción.<sup>15, 97</sup> Sin embargo, reducir la temperatura de cocción puede no ser adecuado para disminuir el contenido de acrilamida en todos los alimentos y en todas las condiciones (por ejemplo: <sup>51, 91</sup>), incluso cuando se incrementa el tiempo de cocción para compensar el uso de temperaturas más bajas.<sup>76</sup> El dorado es un criterio más importante que la temperatura en la preparación de papas fritas.<sup>76</sup> Con temperaturas más bajas del aceite también pueden incrementar los niveles de humedad y de aceite en los productos fritos finales, y producirse posibles problemas de calidad y sanidad de los alimentos.<sup>15, 87</sup>

60. La práctica de remojar las papas en una solución azucarada para dar a los productos precocidos (como las papas fritas) un color dorado uniforme debería reconsiderarse, ya que el azúcar de esta sustancia puede incrementar la formación de acrilamida.<sup>87</sup>

## Productos de cereales

61. Las temperaturas y el tiempo de horneado también son objetivos importantes para reducir los niveles de acrilamida en los productos elaborados con cereales. Por regla general, el horneado de productos de cereales debería proceder hasta obtenerse los niveles adecuados de humedad y un tostado mínimo en la corteza o la superficie.<sup>76</sup> Reducir estos parámetros podría disminuir los niveles de acrilamida en algunos productos, pero en otros productos, un tiempo más prolongado de horneado y temperaturas más elevadas podrían reducir los niveles de acrilamida (debido a la eliminación de la acrilamida formada anteriormente), y los productores tendrán que evaluar las condiciones de horneado para cada producto.<sup>87</sup> La necesidad de mantener niveles bajos de humedad en los productos secos y crocantes (como el pan crujiente) a fin de mantener la textura deseada y evitar la descomposición, es un importante factor que es necesario tomar en cuenta respecto a estos productos.<sup>87</sup> La necesidad de mantener niveles bajos de humedad para los productos secos y crujientes (como el pan crujiente) a fin de mantener la textura conveniente y evitar la descomposición, es un asunto importante para estos productos.

62. El uso de ingredientes que tengan concentraciones bajas de asparagina o de azúcares reductoras puede contribuir a reducir los niveles de acrilamida en los productos de cereales terminados.<sup>87, 89, 92</sup> La utilización de esos ingredientes puede introducir otros problemas, por ejemplo, sustituir las azúcares reductoras con azúcares no reductoras podría repercutir en el color y el sabor, como en el caso del pan de jengibre.<sup>89</sup> Además, se ha señalado que las harinas no refinadas (que conservan el salvado) pueden producir niveles más altos de acrilamida que las harinas refinadas. De todas formas, esas harinas tienen mayores propiedades nutritivas.<sup>75, 87</sup> No existe por el momento estrategia alguna para reducir el contenido de asparagina libre en los ingredientes de cereales.<sup>87, 92</sup> Como estrategia a largo plazo podría promoverse que los fitogenetistas supervisen la asparagina y consideren un bajo contenido de asparagina como característica conveniente.<sup>75</sup>

63. Utilizar otras sustancias en vez de bicarbonato de amonio como leudante en los productos de panadería dulces también podría reducir los niveles de acrilamida en estos productos, ya que en sistemas experimentales se ha demostrado que contribuye a la formación de niveles elevados de acrilamida al catalizar esta reacción.<sup>87, 89, 119</sup> Estos cambios pueden repercutir en el sabor de los productos y requerir que se modifiquen otros ingredientes.<sup>79, 89</sup>

64. Se sabe que la fermentación de la masa de trigo con levadura para elaborar pan reduce el contenido de asparagina libre.<sup>104</sup> Está documentado que dos horas de fermentación consume la mayor parte de la asparagina en los modelos de masa de harina de trigo, pero un tiempo más breve de fermentación es menos eficaz.<sup>105</sup> Con todo, es evidente que el proceso de fermentación puede ser uno de los parámetros que se pueden manipular para reducir la formación de acrilamida.

65. Parece ser que los niveles de acrilamida en el pan tostado aumentan con el color.<sup>47, 75, 76</sup>

66. Varían mucho los niveles de acrilamida entre distintos lotes de los mismos cereales para el desayuno elaborados en las mismas condiciones. Los beneficios de las modificaciones que se han probado hasta ahora no han sido tan grandes como la variación entre lotes. Se necesita conocer mejor los mecanismos de formación para hacer reducciones sostenidas en los niveles de acrilamida.<sup>93</sup>

67. La variación del contenido medio de asparagina entre la cosecha de un año y la del siguiente puede repercutir en la medida de formación de acrilamida en los cereales para el desayuno.<sup>75</sup>

## Estrategias actuales de los gobiernos para moderar los niveles de acrilamida

68. Entre las estrategias de los gobiernos y las organizaciones gubernamentales para moderar los niveles de acrilamida cabe mencionar: informar al consumidor (Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, FAO/OMS), hacer investigación para informar la gestión de riesgos y las medidas de evaluación de riesgos<sup>33</sup> y llevar a cabo programas iniciados por el gobierno para moderar los niveles de acrilamida (por ejemplo, en Alemania).<sup>106, 107</sup>

69. En América del Norte, tanto la Administración de Alimentos y Medicamentos como el Ministerio de Salud del Canadá recomendaron a los consumidores no hacer grandes modificaciones en su alimentación sino mantener una alimentación equilibrada, conforme a las recomendaciones del gobierno.<sup>46, 108</sup> La Administración de Alimentos y Medicamentos recomienda que en tanto que no se tenga más información, se siga llevando una alimentación equilibrada, con una variedad de alimentos que contengan grasas trans y grasas saturadas, así como cereales con abundancia de fibra, fruta y hortalizas.<sup>108</sup> En la primavera de 2005, el Ministerio de Salud del Canadá actualizó sus recomendaciones e indicó a los consumidores canadienses la conveniencia de consumir con menor frecuencia alimentos fritos por inmersión y refrigerios como las papas fritas y las hojuelas de papa, y preferir una alimentación sana que incluya una variedad de alimentos de cada grupo. Este ministerio también recomendó a los consumidores cómo reducir la exposición a la acrilamida, por ejemplo, mediante la cocción de las papas fritas hasta que adquieran un color determinado y a ciertas temperaturas, remojando las rebanadas de papa antes de cocinarlas y tostando el pan hasta que adquiera un color claro.<sup>109</sup>

70. La consulta FAO/OMS sobre la acrilamida recomendó a los consumidores no cocinar en exceso los alimentos, durante demasiado tiempo ni a temperaturas demasiado elevadas. La consulta recomendó también cocinar bien todos los alimentos, en particular la carne y los productos de carne, para destruir los patógenos de origen alimentario, como las bacterias y los virus. También se recomendó consumir una alimentación equilibrada y variada, que incluya abundante fruta y hortalizas, y moderar el consumo de alimentos fritos y grasos.<sup>7</sup>

71. En Alemania se introdujo en agosto de 2002 un "concepto de reducción al mínimo", a través del cual se han creado "niveles de aviso" que se calculan con regularidad para determinados alimentos. Cuando la supervisión de las concentraciones de acrilamida en los alimentos revela que no se están respetando los niveles, se pide a los productores reducirlos en sus productos. En Alemania también se ha ofrecido orientación al consumidor para freír y asar las papas.<sup>106</sup>

72. En el Japón, el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar hizo a los consumidores las mismas recomendaciones que la consulta de la FAO/OMS sobre la acrilamida. Está en curso un proyecto de investigación por iniciativa del gobierno, con el objetivo de reducir la formación de acrilamida en los alimentos elaborados y de atenuar la toxicidad de la acrilamida.

73. A partir de las recomendaciones de 2004 de las autoridades federales de Suiza, los minoristas suizos de alimentos han introducido una línea específica de envase para las papas frescas que indica las formas más adecuadas de preparación (asadas, fritas y horneadas).<sup>115</sup> En el cantón de Zurich, los productores de papas fritas (restaurantes, hospitales, escuelas, etc.) recibieron capacitación para reducir el contenido de acrilamida en los alimentos y posteriormente se les pidió que enviaran papas fritas de buena calidad y con un bajo contenido de acrilamida a las autoridades del cantón para analizarlas. También se distribuyó un folleto con recomendaciones para reducir el contenido de acrilamida. Las autoridades recibieron 157 productos. La concentración media de acrilamida fue de 76 µg/kg, por lo cual las papas fritas preparadas con productos frescos prefabricados mostraron el doble del contenido que las papas congeladas. Los resultados de este estudio, que recibieron gran difusión, permitieron al sector gastronómico producir papas fritas con menos acrilamida y también recibieron recomendaciones prácticas para reducir la acrilamida en su sector.<sup>116, 117</sup>

## ACTIVIDADES INTERNACIONALES

74. En el cuadro 3 se resumen algunas importantes actividades relacionadas con la acrilamida.

### Cuadro 3: Resumen de actividades internacionales sobre la acrilamida

2002	Consulta FAO/OMS sobre las repercusiones para la salud producidas por la acrilamida en los alimentos <sup>7</sup>
En curso	Infonet FAO/OMS sobre la acrilamida <sup>33</sup>
Noviembre de 2003	Taller de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria sobre la formación de acrilamida en los alimentos <sup>110</sup>
Marzo de 2004	Sociedad Química de los Estados Unidos, simposio sobre "Química e inocuidad de la acrilamida en los alimentos" <sup>111</sup>
Abril de 2004	2 taller del JIFSAN sobre acrilamida en los alimentos <sup>112</sup>
En curso	Base de datos del Centro Común de Investigación de la Comisión Europea sobre los niveles de acrilamida en la Unión Europea <sup>45</sup>

2002—en curso	Plan de acción de la Agencia de Alimentos y Medicamentos de los EE.UU. sobre la acrilamida en los alimentos, <sup>34</sup> Base de datos de los niveles de acrilamida en los alimentos en los Estados Unidos <sup>6, 53</sup>
En curso	Proyecto HEATOX del Programa marco de investigación de la Comisión Europea <sup>44, 113</sup>
Enero de 2005	Reunión de la Comisión Europea de expertos y partes interesadas sobre la acrilamida en los alimentos <sup>77</sup>
Febrero de 2005	Evaluación del JECFA sobre la acrilamida en los alimentos <sup>39</sup>

## CONCLUSIONES

75. Se ha realizado abundante investigación internacional sobre la toxicología, metodología analítica, formación y posibles métodos para reducir la formación de acrilamida en los alimentos.

76. No se tiene seguridad sobre las repercusiones para la salud pública de la presencia de acrilamida en los alimentos. Los análisis realizados por el JECFA en febrero de 2005 indican que los márgenes de exposición para la ingesta de acrilamida y el riesgo de cáncer eran bajos para un compuesto que es genotóxico y cancerígeno, y que esos márgenes de exposición podrían indicar un motivo de inquietud para la salud humana.

77. Si bien todavía no hay seguridad sobre el riesgo que representa la acrilamida en los alimentos ni sobre los efectos generales de las distintas opciones de gestión de los riesgos, los gobiernos y las organizaciones han comenzado a recomendar que se hagan algunas modificaciones a las técnicas de elaboración de los alimentos, susceptibles de reducir la formación de acrilamida. Es importante que toda modificación sugerida para reducir los niveles de acrilamida no repercuta negativamente en la inocuidad de los alimentos y de la alimentación comprometiendo las propiedades nutricionales o la inocuidad microbiológica de los alimentos (por ejemplo, incrementando el contenido de grasas). Además, no se sabe suficiente sobre todas las vías a través de las cuales se forma la acrilamida, para poder determinar modificaciones convenientes para todos los alimentos.

78. La consulta FAO/OMS de junio de 2002 concluyó que la presencia de acrilamida en los alimentos es motivo importante de preocupación, y recomendó investigar más los mecanismos de formación y la toxicidad de esta sustancia. La consulta recomendó que se mantenga el consumo de una alimentación equilibrada, con abundante fruta y hortalizas, y que no se cocinen en exceso los alimentos, es decir, durante mucho tiempo ni a temperaturas muy elevadas. Señaló, con todo, la importancia de cocer bien los alimentos, en particular la carne y los productos cárnicos, a fin de destruir los patógenos de origen alimentario (bacterias, virus, etc.) que pudieran contener.

## RECOMENDACIÓN

79. Se recomienda que el CCFAC determine si es apropiado seguir elaborando este documento de debate o si el documento de debate, el proyecto de documento y el proyecto de código de prácticas deberían remitirse a la Comisión del Codex Alimentarius para examinar la elaboración de un código de prácticas.

## REFERENCIAS

1. CX/FAC 05/37/33, CCFAC, March 2005. [ftp://ftp.fao.org/codex/ccfac37/fa37\\_33e.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/ccfac37/fa37_33e.pdf). 2005.
2. Administración Nacional de los Alimentos de Suecia. *Analytical methodology and survey results for acrylamide in foods*. <http://www.slv.se/engdefault.asp>. 2002.
3. Autoridad de Vigilancia de los Alimentos de Noruega. *Results of acrylamide in the Norwegian food samples*. <http://www.snt.no>. 2002.
4. Oficina Federal de Salud Pública de Suiza. *Acrylamide in foods*. <http://www.bag.admin.ch/>. 2004.
5. Organismo de Normas Alimentarias del Reino Unido (UK FSA). *UK FSA study of acrylamide in food*, 17 de mayo de 2002. [www.food.gov.uk](http://www.food.gov.uk). 2002.
6. Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (U.S. FDA). *Exploratory data on acrylamide in food*. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acrydata.html>. 2004.
7. Organización Mundial de la Salud. *Health Implications of Acrylamide in Food*. [http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/acrylamide\\_june2002/en/](http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/acrylamide_june2002/en/) 2002.
8. Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer. *IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans: Acrylamide*. [60], 389-433. 1994. Lyon, Francia, Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer.

9. Bergmark, E. "Hemoglobin adducts of acrylamide and acrylonitrile in laboratory workers, smokers and nonsmokers". *Chem. Res. Toxicol.* 10, 78-84 (1997).
10. Bergmark, E., Calleman, C.J., He, F., y L.G. Costa. "Determination of hemoglobin adducts in humans occupationally exposed to acrylamide". *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 120, 45-54 (1993).
11. Comisión Europea. *Risk Assessment of acrylamide* (CAS No. 79-06-1, EINECS No. 201-173-7). Informe de una evaluación de riesgos preparada por el Reino Unido para la Unión Europea en el ámbito del Reglamento (CEE) 793/93 del Consejo sobre la evaluación y control de riesgos de las sustancias "existentes". <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals/>. <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals/>. 2002.
12. Instituto Mixto de Inocuidad de los Alimentos y Nutrición Aplicada (JIFSAN). *JIFSAN 2004 Acrylamide in Food Workshop summary report on exposure and biomarkers*. [http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/acry\\_2004\\_wg3\\_report.pdf](http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/acry_2004_wg3_report.pdf). 2004.
13. Collins, J.J., Swaen, G.M., Marsh, G.M., Utidjian, H.M., Caporossi, J.C. y L.J. Lucas, "Mortality patterns among workers exposed to acrylamide". *J. Occup. Med.* 31, 614-617 (1989).
14. Marsh, G.M., Lucas, L.J., Youk, A.O., y L.C. Schall. "Mortality patterns among workers exposed to acrylamide": 1994 continuación. *Occup. Environ. Med.* 56, 181-190 (1999).
15. Gama-Baumgartner, F., Grob, K. y Biedermann, M. "Citric acid to reduce acrylamide formation in French fries and roasted potatoes". *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchungen und Hygiene.* 95, 110-117. (2004).
16. Biedermann, M., Noti, A., Biedermann-Brem, S., Mozzetti, V. y K. Grob. "Experiments on acrylamide formation and possibilities to decrease the potential of acrylamide formation in potatoes". *Mitt. Lebensm. Hyg.* 93, 668-687 (2002).
17. Rydberg, P., Eriksson, S., Tareke, E., Karlsson, P., Ehrenberg, L. y M. Tornqvist. "Investigations of factors that influence the acrylamide content of heated foodstuffs". *J Agric Food Chem.* 51, 7012-7018 (2003).
18. Tareke, E., Rydberg, P., Karlsson, P., Eriksson, S. y M. Tornqvist. "Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs". *J Agric Food Chem.* 50, 4998-5006 (2002).
19. Tareke, E., Rydberg, P., Karlsson, P., Eriksson, S., y M. Tornqvist. "Acrylamide: a cooking carcinogen?" *Chem. Res Toxicol.* 13, 517-522 (2000).
20. Stadler, R.H. *et al.* "Acrylamide from Maillard reaction products". *Nature.* 419, 449-450 (2002).
21. Sanders, R.A. *et al.* *An LC/MS acrylamide method and its use in investigating the role of asparagine*, Simposio sobre la Acrlamida, 116ª Reunión Internacioanl de la AOAC, septiembre 22-26, 2002
22. Mottram, D.S., Wedzicha, B.L. y A.T. Dodson. "Acrylamide is formed in the Maillard reaction". *Nature.* 419, 448-449 (2002)
23. Becalski, A., Lau, B.P., Lewis, D. y S.W. Seaman. "Acrylamide in foods: occurrence, sources, and modeling". *J Agric Food Chem.* 51, 802-808 (2003)
24. Instituto Mixto de Inocuidad de los Alimentos y Nutrición Aplicada (JIFSAN). *JIFSAN 2004 Acrylamide in Food Workshop summary report on mechanisms of formation and methods of mitigation*. [http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/acry\\_2004\\_wg1\\_report.pdf](http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/acry_2004_wg1_report.pdf). 2004.
25. Granvogel, M., Jezussek, M., Koehler, P. y P. Schieberle. "Quantitation of 3-aminopropionamide in potatoes-a minor but potent precursor in acrylamide formation". *J Agric Food Chem.* 52, 4751-4757 (2004).
26. Yasuhara, A., Tanaka, Y., Hengel, M. y T. Shibamoto. "Gas chromatographic investigation of acrylamide formation in browning model systems". *J Agric Food Chem.* 51, 3999-4003 (2003).
27. Comité Científico de la Unión Europea de la Alimentación Humana. Opinión del Comité Científico de la Unión Europea de la Alimentación Humana respecto a nuevos resultados sobre la presencia de acrilamida en los alimentos. Julio 3 de 2002. [http://www.europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out131\\_en.pdf](http://www.europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out131_en.pdf). 2002.
28. Bull, R.J., Robinson, M., y J.A. Stober. "Carcinogenic activity of acrylamide in the skin and lung of Swiss-ICR mice". *Cancer Lett.* 24, 209-212 (1984).
29. OMS - consulta urgente de expertos sobre la presencia de acrilamida en los alimentos después de los resultados de la Administración Nacional de los Alimentos de Suecia. *Cent. Eur. J Public Health* 10, 162-173 (2002).
30. Gamboa da Costa, G. *et al.* "DNA adduct formation from acrylamide via conversion to glycidamide in adult and neonatal mice". *Chem. Res. Toxicol.* 16, 1328-1337 (2003).
31. Segerback, D., Calleman, C.J., Schroeder, J.L., Costa, L.G., y E.M. Faustman, "Formation of N-7-(2-carbamoyl-2-hydroxyethyl)guanine in DNA of the mouse and the rat following intraperitoneal administration of [<sup>14</sup>C]acrylamide". *Carcinogenesis.* 16, 1161-1165 (1995).
32. Programa Nacional de Toxicología. *NTP-CERHR expert panel report on the reproductive and developmental toxicity of acrylamide*. [http://cerhr.niehs.nih.gov/news/acrylamide/final\\_report.pdf](http://cerhr.niehs.nih.gov/news/acrylamide/final_report.pdf) NTP-CERHR-Acrylamide-04. 2004. [http://cerhr.niehs.nih.gov/news/acrylamide/final\\_report.pdf](http://cerhr.niehs.nih.gov/news/acrylamide/final_report.pdf). 2004
33. FAO-OMS. FAO-WHO Acrylamide in Food Network (Acrylamide Infonet). <http://www.acrylamide-food.org/index.htm>. 2004.
34. Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (U.S. FDA). *FDA Action Plan for Acrylamide in Food*. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acrypla3.html>. 2004.
35. Doerge, D.R., Young, J.F., McDaniel, L.P., Twaddle, N.C. y M.I. Churchwell. "Toxicokinetics of acrylamide and glycidamide in B6C3F1 mice". *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 202, 258-267 (2005).

36. Maniere, I. *et al.*. "DNA damage and DNA adduct formation in rat tissues following oral administration of acrylamide". *Mutat. Res.* 580, 119-129 (2005)
37. Twaddle, N.C., Churchwell, M.I., McDaniel, L.P. y D.R. Doerge, "Autoclave sterilization produces acrylamide in rodent diets: implications for toxicity testing". *J Agric Food Chem.* 52, 4344-4349 (2004).
38. Twaddle, N.C. *et al.*. "Determination of acrylamide and glycidamide serum toxicokinetics in B6C3F1 mice using LC-ES/MS/MS". *Cancer Lett.* 207, 9-17 (2004).
39. Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA). Resumen y conclusiones: 64ª reunión, Roma, febrero 8-17, 2005. [http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/en/summary\\_report\\_64\\_final.pdf](http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/en/summary_report_64_final.pdf). 2005.
40. Musser, S.M. *Detection and occurrence of acrylamide in U.S. foods*, Presentación ante la reunión del Comité de Asesoramiento sobre Contaminantes y el Subcomité de Tóxicos Naturales, de la Agencia de Alimentos y Medicamentos de los EE.UU., College Park, Md., diciembre 4-5, 2002. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acryage2.html>. 2002
41. Wenzl, T., De La Calle, M.B. y E. Anklam. "Analytical methods for the determination of acrylamide in food products: a review". *Food Addit. Contam.* 20, 885-902 (2003)
42. Wenzl, T. *et al.*. "Evaluation of the results from an inter-laboratory comparison study of the determination of acrylamide in crispbread and butter cookies". *Anal. Bioanal. Chem.* 379, 449-457 (2004).
43. Instituto Mixto de Inocuidad de los Alimentos y Nutrición Aplicada (JIFSAN). JIFSAN 2004 *Acrylamide in Food Workshop summary report on analytical methodology*. [http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/acry\\_2004\\_wg2\\_report.pdf](http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/acry_2004_wg2_report.pdf). 2004
44. HEATOX (Heat generated food toxicants: identification, characterization, and risk minimization): Proyecto CE FOOD\_CT-2003-506820-STREP. [www.heattox.org](http://www.heattox.org). 2003.
45. Centro Común de Investigación (JCR) de la CE: Instituto de Materiales de Referencia y Medidas. *Monitoring database on acrylamide levels in food*. [http://www.irmm.jrc.be/ffu/acrylamidemonitoringdatabase\\_statusDecember04.xls](http://www.irmm.jrc.be/ffu/acrylamidemonitoringdatabase_statusDecember04.xls). 2004.
46. Ministerio de Salud del Canadá. *Acrylamide and Food: Questions and Answers*. [http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/cs-ipc/chha-edpcs/e\\_acrylamide\\_and\\_food.html](http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/cs-ipc/chha-edpcs/e_acrylamide_and_food.html). 2003
47. Ahn, J.S. *et al.*. Verification of the findings of acrylamide in heated foods. *Food Addit. Contam.* 19, 1116-1124 (2002).
48. Ahn, J.S. y L. Castle. "Tests for the depolymerization of polyacrylamides as a potential source of acrylamide in heated foods". *J Agric Food Chem.* 51, 6715-6718 (2003).
49. Ono, H. *et al.*. "Analysis of acrylamide by LC-MS/MS and GC-MS in processed Japanese foods". *Food Addit. Contam.* 20, 215-220 (2003).
50. Konings, E.J. *et al.*. "Acrylamide exposure from foods of the Dutch population and an assessment of the consequent risks". *Food Chem. Toxicol.* 41, 1569-1579 (2003).
51. Leung, K.S., Lin, A., Tsang, C.K. y S.T. Yeung, "Acrylamide in Asian foods in Hong Kong". *Food Addit. Contam.* 20, 1105-1113 (2003).
52. Takatsuki, S., Nemoto, S., Sasaki, K., y T. Maitan, "Determination of acrylamide in processed foods by LC/MS using column switching". *Shokuhin. Eiseigaku. Zasshi.* 44, 89-95 (2003)
53. Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE.UU. (U.S. FDA). *Exploratory data on acrylamide in food: FY03 Total Diet Study results*. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acrydat2.html>. 2004
54. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)/Instituto Federal Alemán de Evaluación de Riesgos. *Assessment of acrylamide intake from foods containing high acrylamide levels in Germany*, julio 15, 2003. [http://www.bfr.bund.de/cm/245/assessment\\_of\\_acrylamide\\_intake\\_from\\_foods\\_containing\\_high\\_acrylamide\\_levels\\_in\\_germany.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/245/assessment_of_acrylamide_intake_from_foods_containing_high_acrylamide_levels_in_germany.pdf). 2003.
55. Oficina Federal de Salud Pública de Suiza. *Preliminary communication: Assessment of acrylamide intake by duplicate diet study*. <http://www.bag.admin.ch/verbrau/aktuell/d/DDS%20acrylamide%20preliminary%20communication.pdf>. 2002.
56. Dybing, E. y T. Sanner. "Risk assessment of acrylamide in foods". *Toxicol. Sci.* 75, 7-15 (2003).
57. Agencia Francesa de Inocuidad de los Alimentos (AFSSA). *Acrylamide: Point D'Information N2*. AFSSA-Saisine N 2002-SA-0300. <http://www.afssa.fr/ftp/afssa/basedoc/acrylpoint2sansannex.pdf>. 2003.
58. Svensson, K. *et al.*. "Dietary intake of acrylamide in Sweden". *Food Chem. Toxicol.* 41, 1581-1586 (2003).
59. DiNovi, M. y D. Howard. *The updated exposure assessment for acrylamide*. [http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/acry\\_2004\\_dinovihoward.pdf](http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/acry_2004_dinovihoward.pdf). 2004.
60. Agencia de Normas Alimentarias del Reino Unido (UK FSA). "Analysis of total diet study samples for acrylamide". *Food Survey Information Sheet Number 71/05*, Enero 2005. <http://www.food.gov.uk/science/surveillance/fsisbranch2005/fsis7105>. 2005.
61. Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE.UU. (U.S. FDA). *Food Advisory Committee Meeting on Acrylamide*, febrero 24-25, 2003. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acryage3.html>. 2003.
62. Schettgen, T., Weiss, T., Drexler, H. y J. Angerer. "A first approach to estimate the internal exposure to acrylamide in smoking and non-smoking adults from Germany". *Int. J Hyg. Environ. Health* 206, 9-14 (2003).



63. Comisión Europea. Directiva 98/83/EC del Consejo, 3 de noviembre de 1998, "On the quality of water intended for human consumption". *Official Journal of the European Communities* L330, 21-29 (1998).
64. Comité Científico de Productos Cosméticos y Productos no alimentarios. *Opinion of the Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products (SCCNFP) intended for consumers concerning acrylamide residues in cosmetics adopted by the plenary session of the SCCNFP of 30 September 1999*. [http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/sccp/out95\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/sccp/out95_en.html). 1999
65. Yaylayan, V.A., Wnorowski, A. y L.C. Perez. "Why asparagine needs carbohydrates to generate acrylamide". *J. Agric Food Chem.* 51, 1753-1757 (2003).
66. Zyzak, D.V. *et al.* "Acrylamide formation mechanism in heated foods". *J Agric Food Chem.* 51, 4782-4787 (2003).
67. Friedman, M. y D.S. Mottram, Eds. *Chemistry and Safety of Acrylamide in Food*. (Springer, Nueva York; 2005).
68. Stadler, R.H. *et al.* "Formation of vinylogous compounds in model Maillard reaction systems". *Chem. Res. Toxicol.* 16, 1242-1250 (2003)
69. Yaylayan, V.A. y R.H. Stadler, "Acrylamide formation in food: a mechanistic perspective". *J AOAC. Int.* 88, 262-267 (2005).
70. Stadler, R.H. y G. Scholz, "Acrylamide: an update on current knowledge in analysis, levels in food, mechanisms of formation, and potential strategies of control". *Nutr. Rev.* 62, 449-467 (2004).
71. Lingnert, H. "Acrylamide in foods-mitigation options", Presentación en el taller de 2004 del JIFSAN *Acrylamide in Food*, Chicago, Ill., abril 13-15, 2004. [http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/acry\\_2004\\_lingnert.pdf](http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/acry_2004_lingnert.pdf). 2004
72. Roach, J.A., Andrzejewski, D., Gay, M.L., Nortrup, D. y S.M. Musser. "Rugged LC-MS/MS survey analysis for acrylamide in foods". *J Agric Food Chem.* 51, 7547-7554 (2003).
73. Haase, N.U. y A.G. Kliemant, comunicación personal, 2005.
74. Andrzejewski, D., Roach, J.A., Gay, M.L. y S.M. Musser, "Analysis of coffee for the presence of acrylamide by LC-MS/MS". *J Agric Food Chem.* 52, 1996-2002 (2004).
75. Confederación de Industrias de Alimentos y Bebidas de los EE.UU. (CIAA). *Acrylamide Status Report December 2004: A summary of the efforts and progress achieved to date by the European Food and Drink Industry (CIAA) in lowering levels of acrylamide in food*. 2004.
76. Jackson, L.S. y F. Al-Taher. "Chemistry and Safety of Acrylamide in Food". Eds. Friedman, M. y D.S. Mottram. 447-465 (Springer, Nueva York; 2004).
77. Comisión Europea, Reunión de Partes Interesadas, 14 de enero de 2005. [http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide_en.htm). 2005.
78. Delatour, T., Perisset, A., Goldmann, T., Riediker, S., y R.H. Stadler. "Improved sample preparation to determine acrylamide in difficult matrixes such as chocolate powder, cocoa, and coffee by liquid chromatography tandem mass spectroscopy". *J. Agric. Food Chem.* 52, 4625-4631 (2004).
79. Grothe, K.H., Unbehend, G., Haase, N.U., Ludewig, H.G., Matthäus, B. y K. Vosmann. "Einfluss von Backtriebmitteln auf die Acrylamidgehalte von Braunen Lebkuchen und Mürbkeksen". *Getreidetechnologie* (2005).
80. Hoenicke, K. y R. Gatermann. "Stability of acrylamide in food during storage". *Czech J. Food Sci.* (2004).
81. Biedermann-Brem, S. *et al.* "How much reducing sugar may potatoes contain to avoid excessive acrylamide formation during roasting and baking?" *Eur Food Res Technol* 217, 369-373 (2003)
82. Biedermann, M., Biedermann-Brem, S., Noti, A. y K. Grob. "Methods for determining the potential of acrylamide formation and its elimination in raw materials for food preparation, such as potatoes". *Mitt. Lebensm. Hyg.* 93, 653-667 (2002).
83. Amrein, T.M. *et al.* "Potential of acrylamide formation, sugars, and free asparagine in potatoes: a comparison of cultivars and farming systems". *J Agric Food Chem.* 51, 5556-5560 (2003).
84. Noti, A. *et al.* "Storage of potatoes at low temperature should be avoided to prevent increased acrylamide formation during frying or roasting". *Mitt. Lebensm. Hyg.* 94, 167-180 (2003).
85. Becalski, A. *et al.* "Acrylamide in French fries: influence of free amino acids and sugars". *J Agric Food Chem.* 52, 3801-3806 (2004).
86. Chuda, Y. *et al.* "Effects of physiological changes in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) after low temperature storage on the level of acrylamide formed in potato chips". *Biosci Biotechnol. Biochem.* 67, 1188-1190 (2003).
87. Comisión Europea. *Note of the meeting of experts on industrial contaminants in food, acrylamide workshop, 20-21 October 2003: information on ways to lower the levels of acrylamide formed in food*. [http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/acryl\\_guidance.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/acryl_guidance.pdf). 2003.
88. Brown, R. *Formation, occurrence and strategies to address acrylamide in food*, Presentación ante la reunión del Comité de Asesoramiento sobre Contaminantes y el Subcomité de Tóxicos Naturales, de la Agencia de Alimentos y Medicamentos de los EE.UU., College Park, Md., febrero 24-25, 2003. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acrybrow.html>. 2003.
89. Amrein, T.M., Schonbachler, B., Escher, F., y R. Amado, "Acrylamide in gingerbread: critical factors for formation and possible ways for reduction". *J Agric Food Chem.* 52, 4282-4288 (2004).

90. Jung, M.Y., Choi, D.S., y J.W. Ju, "A novel technique for limitation of acrylamide formation in fried and baked corn chips and in French fries". *J Food Sci.* 68, 1287-1290 (2003).
91. Taubert, D., Harlfinger, S., Henkes, L., Berkels, R., y E. Schomig, "Influence of processing parameters on acrylamide formation during frying of potatoes". *J Agric. Food Chem.* 52, 2735-2739 (2004).
92. Surdyk, N., Rosen, J., Andersson, R., y P. Aman, "Effects of asparagine, fructose, and baking conditions on acrylamide content in yeast-leavened wheat bread". *J Agric Food Chem.* 52, 2047-2051 (2004).
93. Jackson, L.S. comunicación personal, 2004.
94. Becalski, A., Lau, B.P., Lewis, D. y S. Seaman, *Acrylamide in foods: occurrence and sources*, Presentación en la 116ª Reunión Internacional de la AOAC, Los Angeles, Cal., septiembre 22-26, 2002. 2002.
95. Pariza, M. *Mitigation options: the FRI acrylamide program*, Presentación en el Taller de 2004 del JIFSAN sobre Acrilamida en los Alimentos, Chicago, Ill., abril 13-15, 2004. [http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/acry\\_2004\\_pariza.pdf](http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/acry_2004_pariza.pdf). 2004. 2004.
96. Tareke, E. *Identification and origin of potential background carcinogens: endogenous isoprene and oxiranes, dietary acrylamide*. 2003. Tesis doctoral, Departamento de Química de la Universidad de Estocolmo.
97. Matthäus, B., Haase, N.U. y K. Vosmann, "Factors affecting the concentration of acrylamide during deep-fat frying of potatoes". *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 106, 793-801 (2004).
98. Confederación de Industrias de Alimentos y Bebidas de los EE.UU. (CIAA). "Juego de herramientas" sobre la acrilamida, de la CIAA. <http://www.ciaa.be/documents/positions/The%20CIAA%20Acrylamide%20Toolbox.pdf>. Toolbox 23 Sept 2005, Rev.6. 2005.
99. Wiltshire, J.J.J. y A.H. Cobb, "A review of the physiology of potato tuber dormancy". *Ann. Appl. Biol.* 129, 553-569 (2005).
100. Brathen, E., Kita, A., Knutsen, S.H., y T. Wicklund, "Addition of glycine reduces the content of acrylamide in cereal and potato products". *J Agric. Food Chem* 53, 3259-3264 (2005).
101. Corrigan, P.J. *Method for reducing acrylamide in foods, foods having reduced levels of acrylamide, and article of commerce*. [WO 2005/034649 A1 (21 April 2005)]. 2005.
102. Instituto Mixto de Inocuidad de los Alimentos y Nutrición Aplicada (JIFSAN). Presentación del grupo 1 en el Taller sobre acrilamida en los alimentos, JIFSAN 2004 *Mechanisms of formation and methods of mitigation*. [http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/wg1\\_2004.pdf](http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/wg1_2004.pdf).
103. Haase, N.U., Matthäus, B. y K. Vosmann. "Aspects of acrylamide formation in potato crisps". *J. Appl. Bot. Food Qual.* 78, 144-147 (2004).
104. Collar, C., Mascaros, A., Preito, J.A., y C. Benedito De Barber, "Changes in free amino acids during fermentation of wheat doughs started with pure culture of lactic acid bacteria". *Cereal Chem* 68, 66-72 (1991).
105. Fredriksson, H., Tallving, J., Rosen, J. y P. Aman, "Fermentation reduces free asparagine in dough and acrylamide in bread". *Cereal Chem* 81, 650-653 (2004).
106. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)/ Oficina Federal Alemana de Protección al Consumidor e Inocuidad de los Alimentos. *Concept of minimising acrylamide content in foodstuffs*. <http://www.bvl.bund.de/acrylamid/concept.htm>. 2005.
107. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)/ Oficina Federal Alemana de Protección al Consumidor e Inocuidad de los Alimentos. *Acrylamide--in short*. [http://www.bvl.bund.de/acrylamid/index\\_en.htm?pagetitle=Federal+Office+of+Consumer+Protection+and+Food+Safety](http://www.bvl.bund.de/acrylamid/index_en.htm?pagetitle=Federal+Office+of+Consumer+Protection+and+Food+Safety). 2005.
108. Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE.UU. (US FDA). *Acrylamide: Questions and Answers*. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acryfaq.html>. 2003.
109. Ministerio de Salud del Canadá. *Acrylamide--What you can do to reduce exposure*. [http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/media/nr-cp/2005/2005\\_stmt-dec\\_acrylamide2\\_e.html](http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/media/nr-cp/2005/2005_stmt-dec_acrylamide2_e.html). 2005.
110. European Food Safety Authority. Report of the workshop on acrylamide formation in food, 17 de noviembre de 2003. [http://www.efsa.eu.int/science/ahawdocuments/catindex\\_en.html](http://www.efsa.eu.int/science/ahawdocuments/catindex_en.html). 2003.
111. Friedman, M., Mottram, D.S., y Eds. *Chemistry and Safety of Acrylamide in Food* (Springer, Nueva York, 2005).
112. JIFSAN 2004 Acrylamide in Food Workshop: Update--Scientific Issues, Uncertainties, and Research Strategies, Abril 13-15, 2004. <http://www.jifsan.umd.edu/acrylamide2004.htm>.
113. Directorado General de Salud y Defensa del Consumidor, Comisión Europea. *Acrylamide in food*. [http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/fcr/acrylamide/acryl\\_index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/fcr/acrylamide/acryl_index_en.html). 2003.
114. Fohgelberg, P., Rosén, J., Hellenas, K.E. y L. Abramsson – Zetterberg, "The acrylamide intake via some common baby food for children in Sweden during their first year of life – (an improved method for analysis of acrylamide)". *Food and Chemical Toxicology* 43: 951-959.
115. [http://www.bag.admin.ch/verbrau/newsarchiv/f/geeignete\\_Kartoffeln\\_f.pdf](http://www.bag.admin.ch/verbrau/newsarchiv/f/geeignete_Kartoffeln_f.pdf)
116. [http://www.klzh.ch/downloads/acrylamidarme\\_Pommes.pdf](http://www.klzh.ch/downloads/acrylamidarme_Pommes.pdf)
117. [http://www.klzh.ch/downloads/stop\\_acrylamid.pdf](http://www.klzh.ch/downloads/stop_acrylamid.pdf)
118. Suma, C., Wenzl, T., Brohee, M., de la Calle, B. y E. Anklam "Investigation of the Correlation of the Acrylamide Content and the Antioxidant Activity of Model Cookies". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. En prensa (2006)

119. Biedermann, M. y K. Grob, 2003. "Model studies on acrylamide formation in potato, wheat flour and corn starch; ways to reduce acrylamide contents in bakery ware". *Mitt. Lebensm. Hyg.*, 94, 406 – 422
120. Taeymans, D., Wood, J., Ashby, P., Blank, I., Studer, A., Stadler, R.H., Gondé, P., Van Eijck, P., Lalljie, S., Lingnert, H., Lindblom, M., Matissek, R., Müller, D., Tallmadge, D., O'Brien, J., Thompson, S., Silvani, D. y T. Whitmore, "A review of acrylamide: an industry perspective on research, analysis, formation and control". *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 44, 323-347 (2004).
121. Studer, A., Blank, I. y R.H. Stadler, "Thermal Processing Contaminants in Foodstuffs and Potential Strategies of Control". *Czech.Journal.Food Sci.* 22, 1-10.
122. Manjanatha, M.G. *et al.* "Genotoxicity of acrylamide and its metabolite glycidamide administered in drinking water to amle and female Big Blue mice". *Environ Mol Mutagen.* Enero; 47(1): 6-17. 2006.

## ANEXO 1: ESBOZO DEL PROYECTO DE CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA ACRILAMIDA EN LOS ALIMENTOS

### INTRODUCCIÓN

1. La preocupación reciente por la presencia de acrilamida en los alimentos data de 2002. Unos científicos suecos<sup>1</sup> revelaron que podían formarse cantidades hasta de mg/kg de acrilamida en alimentos ricos en carbohidratos durante la cocción, a las temperaturas utilizadas para freír y hornear. Estos resultados se confirmaron rápidamente en otros países,<sup>2</sup> y desde entonces se han realizado importantes actividades internacionales para investigar las principales fuentes de exposición alimentaria, evaluar los riesgos para la salud y elaborar estrategias para la gestión de riesgos.<sup>3, 4, 5</sup> En el portal FAO/OMS *Acrylamide Information Network* (<http://www.acrylamide-food.org/>) se proporciona información sobre estas iniciativas mundiales de investigación, así como en la base de datos de la Unión Europea de actividades de investigación sobre la acrilamida en los alimentos ([http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/acrylamide_en.htm)).

2. Desde que se descubrió la frecuente presencia de acrilamida en la alimentación se ha investigado mucho este problema. Actualmente existe una abundante información sobre los factores que facilitan la formación de acrilamida y se han utilizado algunos enfoques para reducir la presencia de esta sustancia. El principal objetivo de este código de prácticas es difundir estrategias que faciliten la reducción de la acrilamida en los alimentos que son objeto del comercio internacional. Es importante señalar que algunos de los enfoques mencionados en este código todavía están en investigación, en vez de estar comprobados comercialmente. Varios de los conceptos aquí expuestos también serán pertinentes para los servicios de comidas preparadas y los consumidores domésticos.

3. El código de prácticas se dirige principalmente a los alimentos producidos con papas y cereales, lo que refleja la importancia de estos productos desde el punto de vista de la exposición alimentaria a la acrilamida. El código de prácticas se basa en la abundante información disponible sobre estos productos. Si bien el café también contribuye mucho a la exposición a la acrilamida, actualmente no es factible determinar estrategias completas para reducir la presencia de esta sustancia en el café.

4. Este código de prácticas se basa en actividades ya realizadas, como el "Juego de herramientas sobre la acrilamida" de la Confederación de Industrias Agroalimentarias de la UE (CIAA), que contiene medidas potenciales para reducir el contenido de acrilamida, pertinentes para numerosos sectores alimentarios. El documento del juego de herramientas se pone al día con regularidad, conforme se notifica de progresos en diversos sectores alimentarios.

5. Cuando se elabore el código de prácticas, las secciones que aquí se presentan se ampliarán para incorporar la información contenida en el documento de debate, así como información tomada de otras fuentes. Se prevé la elaboración de nuevas medidas para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos conforme evolucione este campo.

### MEDIDAS DE PREVENCIÓN

#### *Panorama general*

6. A grandes rasgos, existen cuatro opciones para reducir la formación de acrilamida en un determinado producto: i) disminuir los niveles de asparagina o reducir los azúcares en las materias primas; ii) reducir la concentración efectiva de estos compuestos en las primeras etapas de la elaboración de los alimentos; iii) reducir al mínimo aquellas condiciones térmicas que producen calor excesivo y escasa humedad, y iv) modificar el perfil térmico del procedimiento de cocción.

#### **Las papas**

##### *La materia prima*

7. El factor más importante que repercute en la formación de acrilamida en las papas son los azúcares reductoras, ya que ejercen un mayor efecto que la concentración de asparagina. Existe una fuerte correlación entre la reducción del contenido de azúcar y la formación de acrilamida a través de la cocción.<sup>6</sup> La concentración de azúcares reductoras en las papas puede variar hasta por dos órdenes de magnitud,<sup>7</sup> de acuerdo al cultivar de que se trate y a la situación de almacenamiento. Las diferencias en el contenido de azúcar reductora representa una gran oportunidad para reducir la formación de acrilamida durante la cocción.

8. Algunos cultivares son de por sí más propensos a tener niveles más elevados de azúcares reductoras que otros y debería evitarse utilizarlos para procedimientos de cocción a altas temperaturas.

9. Además, el almacenamiento de papas a temperaturas inferiores a entre 6°C y 10°C incrementa la formación de azúcares reductoras. Los tubérculos se endulzan a bajas temperaturas si se almacenan a menos de entre 6°C y 8°C, con incrementos de hasta un orden de magnitud, o más, en el contenido de azúcar reductora. Las papas que se han sometido a endulzamiento a una temperatura excesivamente baja durante el almacenamiento no deberían freírse, de ser posible, ni asarse u hornearse. El almacenamiento a baja temperatura de todas formas puede ser inevitable ya que a temperaturas más elevadas las papas tienden a germinar y a adquirir algunas enfermedades; a menudo es esencial utilizar antigerminantes en las bodegas con temperaturas superiores a 7°C.<sup>8</sup>

En futuros documentos se proporcionará más información sobre:

- Condiciones de cultivo
- Selección de variedades
- Calendario de la cosecha
- Madurez de los tubérculos a la hora de la cosecha
- Almacenamiento
- Reacondicionamiento
- Procedimientos de selección de las papas

Se solicita información sobre los temas mencionados.

10. Los fabricantes de papas fritas<sup>a</sup> y de papas crujientes y hojuelas de papa<sup>b</sup> deberían, siempre que sea posible, escoger cultivares de papa con bajo contenido de azúcares reductoras, escoger los lotes que tengan un contenido bajo de azúcar y tratar de controlar las condiciones de almacenamiento de la granja a la fábrica.<sup>9</sup>

#### *Otros ingredientes*

11. Para los refrigerios de papas reconstituidas o a base de papas, elaborados con masa de papa, puede ser factible incluir otros ingredientes que tengan un contenido de azúcar reductora o asparagina menor.

#### *Elaboración de los alimentos y temperatura*

12. Los niveles de acrilamida en las papas fritas o asadas se pueden reducir disminuyendo la superficie del producto, por ejemplo, rebanando las papas en cortes más gruesos o eliminando los cortes más delgados (rebanadas finas de papa) antes o después de freírlas.<sup>10, 11, 12</sup>

13. De otra manera, lavar, escaldar o precocer son procedimientos aplicables para extraer la asparagina o azúcar reductora de la superficie de la papa antes de cocinarla, como se ha demostrado con las rebanadas de papa.<sup>13, 14</sup>

14. El tratamiento de las papas a la francesa (en hojuelas) con aminoácidos<sup>15, 17, 18</sup> o con pirofosfato de sodio<sup>9</sup> (que se añade cuando están terminando de escaldarse las papas) puede dar buenos resultados, en grados diversos, para reducir la formación de acrilamida, aunque este tratamiento todavía es experimental.

15. El uso de antioxidantes puede reducir la formación de acrilamida en algunas situaciones, pero es difícil extraer conclusiones firmes,<sup>19, 20</sup> ya que los informes sobre los efectos de estas sustancias son contradictorios.

16. En algunas situaciones el contenido de asparagina se puede reducir con tratamiento con la enzima asparaginasa. Esta técnica ha mostrado buenas posibilidades, tanto para las papas crujientes hechas de masa (hojuelas de papa)<sup>15</sup> como para las papas a la francesa (en hojuelas). Pero podría ser más adecuado para productos alimentarios elaborados con materiales licuados o en papilla.

---

<sup>a</sup> Refrigerio de patatas (papas) fritas en cortes finos (en algunas regiones, comprendida América del Norte, se llaman "papas fritas").

<sup>b</sup> Productos de papa en cortes más gruesos (llamados papas a la francesa en algunas regiones, comprendida América del Norte, o papas fritas en el Reino Unido).

17. En una solicitud de patente se propone tratar las papas a la francesa (en hojuelas) elaboradas con masa de papa, con sales de calcio y sales de diversos otros cationes divalentes y trivalentes para reducir la formación de acrilamida.<sup>21, 22</sup>

18. En general no se estudiado si estos tratamientos previos pueden repercutir negativamente en las características organolépticas de las papas fritas o al horno. Asimismo, tampoco se ha indagado a fondo la conveniencia práctica de estos métodos en un contexto comercial, como los servicios de alimentos preparados.

19. Es posible reducir considerablemente el contenido de acrilamida en las papas fritas manteniendo la temperatura del aceite que se usa para freírlas a un máximo de 175°C, y cocinándolas hasta que adquieran un tono *amarillo dorado* en vez de *tostado*.<sup>16, 23</sup> Las autoridades locales y nacionales deberían pensar en recomendar que las papas fritas de los servicios de alimentos preparados y las que se elaboran en casa se fríen hasta darles un color *amarillo dorado*. Pero es fundamental garantizar que las papas fritas queden bien cocidas.

20. Es posible reducir la formación de acrilamida en las papas fritas listas para el horno (prefritas) cocinándolas hasta obtener un color *amarillo dorado*<sup>24</sup> sin que se pasen de cocción. Varios fabricantes de papas fritas horneadas han modificado las instrucciones del envase de las papas para freír, a fin de reducir la formación de acrilamida,<sup>9</sup> y en particular han reducido la temperatura recomendada para freír a 175°C. En este caso también es fundamental garantizar que las papas fritas queden bien cocidas. No se han modificado las instrucciones para la preparación al horno.

21. Debería reconsiderarse el uso de remojos en azúcar para dar a los productos de papa precocida un color dorado uniforme, ya que el azúcar de estos remojos puede incrementar la formación de acrilamida.<sup>25</sup>

## Cereales

### *La materia prima*

22. En el caso de los cereales y los productos elaborados con cereales, como el pan, las galletas y los cereales para el desayuno, el contenido de asparagina es el factor determinante más importante en la formación de acrilamida, es decir, más que la glucosa y la fructosa. Hay poca información sobre el contenido de asparagina en diversos cereales y sus respectivos cultivares. Por lo común, la concentración de asparagina puede oscilar de 75 a 2 200 mg/kg en el trigo, de 50 a 1 400 mg/kg en la avena, de 70 a 3 000 mg/kg en el maíz y de 15 a 25 mg/kg en el arroz.<sup>24</sup> Este nivel de variación indica que puede haber margen para reducir la acrilamida aprovechando la variabilidad de la asparagina que contiene el cultivar. Pero estos métodos pueden requerir un considerable tiempo de anticipación, y se deben contemplar otros factores, como el rendimiento y la resistencia contra las infecciones fúngicas (formación de micotoxinas en el campo).

23. En la producción de galletas se suele utilizar agentes leudantes, que por lo general compuestos de sodio y bicarbonato de amonio.<sup>9</sup> Se ha demostrado a través de análisis de modelos de productos horneados y pan de jengibre que la presencia de bicarbonato de amonio incrementa considerablemente la formación de acrilamida en las galletas y en otros productos de horno<sup>35</sup>, y los fabricantes pueden considerar si es posible reducir los leudantes a base de amonio, por ejemplo sustituyéndolos con agentes que contengan sodio. Sin embargo, los fabricantes también tienen que contemplar la posibilidad de que este cambio incremente la exposición alimentaria al sodio o repercuta negativamente en las cualidades físicas u organolépticas de los productos horneados.

24. En la producción de galletas se acostumbra utilizar azúcar, específicamente sacarosa, glucosa y en ocasiones fructosa. De estas azúcares, sólo la glucosa y la fructosa son azúcares reductoras. Si en un contenido total de azúcar se incrementa la proporción de azúcar reductora en la receta, en el producto terminado aparecen niveles más altos de acrilamida.<sup>24</sup> Además, se forman concentraciones mayores si el azúcar reductor es fructosa en vez de glucosa.

25. El jarabe de glucosa también se utiliza a menudo en la producción de galletas, para dar color y sabor. En vista de lo expuesto anteriormente, los fabricantes deberían contemplar el uso de jarabes de glucosa con el contenido más bajo posible de fructosa.

26. Otros ingredientes menores también pueden influir. Se ha observado que la formación de acrilamida aumenta en algunas recetas cuando se incorporan jengibre, miel y cardamomo durante la producción de galletas.<sup>24</sup> Por el contrario, se ha visto que la nuez moscada en algunos casos hace disminuir la acrilamida.<sup>18</sup> Los fabricantes deberían pensar en investigar el efecto de las distintas especies en sus propias recetas.

27. Otra estrategia de prevención, a través de la manipulación de los ingredientes, podría ser incrementar el contenido de aquellos ingredientes que *previenen* la formación de acrilamida. Incorporar algunos aminoácidos puede reducir la acrilamida al competir con la asparagina por el azúcar reductor disponible.

28. El tratamiento con la enzima asparaginasa también puede reducir el contenido de asparagina. Asimismo, en los productos de cereales mixtos puede haber margen para reducir la proporción de la fuente predominante de acrilamida mediante la incorporación de cereales que tienen un bajo contenido de asparagina.

#### *Elaboración y tratamiento térmico de los alimentos*

29. La fermentación con levadura de las masas de trigo para elaborar pan reduce el contenido de asparagina libre.<sup>27</sup> La fermentación durante dos horas consume casi toda la asparagina contenida en modelos de masa de harina de trigo, pero una fermentación más breve es menos eficaz, así como la fermentación con masa fermentada.

30. La medida de la formación de acrilamida durante el horneado depende mucho del tiempo y la temperatura que se utilicen, y del contenido de humedad del producto durante el horneado.<sup>24</sup> En cualquier momento del ciclo de horneado la formación de acrilamida depende de la temperatura y del contenido de humedad. Por regla general, a mayor contenido de agua será menor la formación de acrilamida. Sin embargo, al aumentar la temperatura disminuye el umbral de humedad para prevenir la formación de acrilamida. Sobre todo, al aumentar la temperatura se puede formar acrilamida al disminuir el contenido de humedad. La formación de acrilamida puede reducirse modificando el tiempo y la temperatura del proceso de horneado, en particular reduciendo la temperatura en las últimas etapas, cuando el producto llega a la región decisiva de poca humedad. Compensar mediante el aumento de la temperatura en las primeras fases del horneado no debería producir un aumento considerable de acrilamida, ya que en esos momentos el contenido de humedad supera el nivel necesario para prevenir la formación de acrilamida. Un riguroso control de las temperaturas del horno y el tiempo de horneado también puede ser eficaz para reducir la concentración de acrilamida.<sup>24</sup> Estos principios se han aplicado con buenos resultados tanto en un modelo de galletas como en panes crujientes no fermentados.<sup>24</sup>

31. Si bien el grado de dorado de un producto de cereal a menudo sirve de indicador de la medida de formación de acrilamida, en algunos casos ésta no es una orientación fidedigna. En ocasiones se puede asociar un color más oscuro a un menor contenido de acrilamida, como ocurre en algunos cereales para el desayuno.<sup>28</sup>

32. También se forma acrilamida al tostar el pan, pero esto puede reducirse considerablemente tostado menos el pan, hasta darle un color más claro.<sup>24</sup>

#### **El café**

33. La investigación reciente indica que la asparagina posiblemente sea el principal factor determinante de la formación de acrilamida en el café. Debido a que se utilizan temperaturas más elevadas en la torrefacción del café, otras vías pueden contribuir a la formación de acrilamida en menor medida.<sup>19</sup> La concentración de asparagina en el café verde se ha analizado y se ha observado un margen relativamente reducido (de 300 a 900 mg/kg), que no permite influir en la concentración de acrilamida en el café tostado.<sup>24</sup>

34. La investigación de los medios de formación de acrilamida en el café revelan que ésta se forma rápidamente en las primeras etapas de la torrefacción, y que después disminuye mucho la concentración debido a la eliminación de esta sustancia hacia el final del tostado.<sup>19,28,36</sup> Se ha observado que en el café verde el margen de concentración de asparagina es reducido, de modo que los niveles de acrilamida en el café tostado no se pueden controlar mediante la selección de tipos específicos de café verde.<sup>19,36</sup> Los estudios también han mostrado que la acrilamida no es estable en el café en polvo en envases cerrados durante períodos prolongados,<sup>36,37,38</sup> y se están investigando los mecanismos de base que podrían ofrecer oportunidades en el futuro para reducir la formación de acrilamida. Con todo, cualquier cambio en el método de torrefacción o un almacenamiento deliberadamente prolongado para reducir la concentración de acrilamida repercutirá mucho en las propiedades organolépticas y en la aceptación del producto.<sup>18,19,36</sup>

## LIMITACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN

35. No se pueden tomar medidas para reducir la concentración de acrilamida sin tener en cuenta otras consideraciones. Es necesario impedir que se comprometa la inocuidad química y microbiológica de los alimentos. Las cualidades nutricionales de los productos también tienen que permanecer intactas, así como las características organolépticas y la consiguiente aceptación del consumidor. Además, otros posibles nuevos aditivos y coadyuvantes en la elaboración, como la asparaginasa, exigirán una evaluación oficial de inocuidad y la demostración de la eficacia de su uso antes de que se apruebe su reglamentación.

36. La elaboración y aplicación de medidas para reducir la acrilamida en determinados alimentos requiere de una planificación atenta. Entre las numerosas cuestiones que se deben tener presentes están: i) la selección del método físico-químico; ii) su eficacia práctica para reducir la acrilamida con una fiabilidad constante; iii) aspectos de la organización relacionados con toda reformulación necesaria de la fase de producción, o de elaboración o preparación; iv) toda consecuencia microbiológica y de inocuidad química, o las repercusiones de la introducción de medidas de prevención; v) la aceptación organoléptica del producto final para el consumidor. Las modificaciones de las condiciones de elaboración o preparación deben ser prácticas para el usuario. Por ejemplo, los nuevos sistemas de remojar las papas fritas antes de freírlas deben ser prácticos en el contexto de la cocina comercial, es decir, en los restaurantes, en los servicios de alimentos preparados y donde se vende comida preparada para llevar a casa.

37. Por lo general se necesitará un enfoque gradual, a través del cual los resultados obtenidos en el laboratorio se puedan experimentar en la fábrica, y sólo entonces aplicarse al nivel de la producción.

38. También cabe señalar que el margen de formación de acrilamida puede ser muy variable en un mismo lote de producción. Por ejemplo, el contenido de acrilamida de distintos paquetes de galletas, cuando se han tomado las muestras de la misma línea de producción, puede variar en más del doble.<sup>28</sup> Esta variabilidad intrínseca es obviamente inconveniente cuando se trata de investigar las repercusiones de diferentes condiciones de elaboración o cocción en la formación de acrilamida. Esto determina la necesidad de garantizar que la materia prima sea homogénea, en cuanto al contenido de asparagina y azúcares reductoras, y que los elementos y aparatos térmicos estén bien controlados antes de hacer estos estudios, a fin de eliminarlos como causa de la variabilidad.

### *Inocuidad química y microbiológica de los alimentos*

39. Existen otros contaminantes que, en algunas circunstancias, se pueden formar cuando se elaboran y cocinan los alimentos. Estos son las N-nitrosaminas,<sup>29</sup> los hidrocarburos policíclicos aromáticos,<sup>30</sup> los cloropropanoles,<sup>31</sup> el etilcarbamato,<sup>32</sup> el furano,<sup>33</sup> y los pirolisatos aminoácidos.<sup>34</sup> Al tomar en consideración medidas de prevención contra la acrilamida, es necesario tener presente la verificación para garantizar que no se produzca un incremento de otros contaminantes.

40. Es esencial que las medidas de prevención dirigidas contra la acrilamida no comprometan la estabilidad microbiológica del producto final. En este contexto cabe señalar que la formación de acrilamida durante la producción de galletas depende mucho de los detalles precisos del perfil de temperatura/tiempo/humedad, en particular la última, es decir, las fases de poca humedad del proceso de horneado. Toda medida paliativa que haga aumentar la humedad del producto final y reduzca, de esta manera, la estabilidad microbiológica, no es conveniente.

### *Cuestiones nutricionales*

41. Se deben sopesar los efectos negativos en las propiedades nutricionales de los alimentos con relación a los posibles beneficios de reducir la concentración de acrilamida. Por ejemplo, si bien escaldar o remojar las papas puede reducir los niveles de acrilamida, se sabe que en el remojo las papas pierden vitamina C, y que precocer o remojar las papas antes de freírlas u hornearlas puede incrementar el contenido de grasa en el producto final. Asimismo, sustituir los agentes leudantes que contienen amonio por otros que contengan sodio aumentará la exposición alimentaria al sodio y puede repercutir negativamente en las propiedades físicas del pan de jengibre y en las cualidades organolépticas de las galletas.<sup>9</sup>



### Aceptación del consumidor

42. Es necesario tomar medidas para evitar que se produzcan cambios negativos para las propiedades organolépticas del producto final. La acrilamida se forma a través de la reacción de Maillard entre los compuestos que contienen grupos aminos y grupos carbonilo. La reacción de Maillard misma está en el centro de la producción por calor del color, sabor y aroma característicos de los alimentos cocinados. Todo cambio que, por tratar de reducir al mínimo la formación de acrilamida reduzca también la aceptación del producto por parte del consumidor, será contraproducente. Los cambios que se proponen para las condiciones de cocción, o las materias primas, han de evaluarse desde la perspectiva de la aceptación del producto final para el consumidor.

### PRÁCTICAS DEL CONSUMIDOR

43. Las autoridades nacionales y locales deben considerar la posibilidad de advertir a los consumidores que eviten calentar demasiado las papas y los alimentos elaborados a base de cereales cuando utilicen procedimientos de cocción a altas temperaturas. Esta recomendación podría incluir aconsejar que las papas fritas y las papas asadas se preparen hasta obtener un color amarillo dorado en vez de tostado, a la vez que se aseguren de que el alimento esté completamente cocido. Asimismo, podría recomendarse al consumidor que al tostar el pan y productos relacionados se trate de obtener un color claro.

44. Las autoridades nacionales y locales deberían considerar la posibilidad de alentar a los consumidores a evitar almacenar papas en condiciones de frío o de refrigeración para cocinarlas a elevadas temperaturas. Los minoristas también deberían pensar en revisar sus procedimientos de almacenamiento, a fin de evitar bajas temperaturas.

### REFERENCIAS

1. Tareke, E., Rydberg, P., Karlsson, P., Eriksson, S. y M. Tornqvist. "Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs". *J Agric Food Chem.* 50, 4998-5006 (2002).
2. Ahn, J.S., Castle, L., Clarke, D.B., Lloyd, A.S., Philo, M.R. y D.R. Speck. Verification of the findings of acrylamide in heated foods. *Food Addit. Contam.* 19, 1116-1124 (2002)
3. Agencia de Normas Alimentarias del Reino Unido (UK FSA). "Analysis of total diet study samples for acrylamide". *Food Survey Information Sheet* Number 71/05, Enero de 2005. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis712005.pdf>
4. Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA). Informe de la 64ª reunión. Roma, febrero 8-17 de 2005. [http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/en/summary\\_report\\_64\\_final.pdf](http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/en/summary_report_64_final.pdf)
5. Slayne, M.A., y D.R. Lineback, "Acrylamide: consideration for risk management". *J. AOAC Int.*, 88 (1), 227 – 233 (2005).
6. Amrein, T.M., Schonbachler, B., Rohner, F., Lukac, H., Scheider, H., Keiser, A., Escher, F., y R. Amado, "Potential for acrylamide formation in potatoes: data from the 2003 harvest". *Eur. Food Res. Technol.*, 219, 572 – 578 (2004).
7. Amrein, T.M., Bachmann, S., Noti, A., Biedermann, M., Barbosa, M.F., Biedermann-Brem, S., Grob, K., Keiser, A., Realini, P., Escher, F., y R. Amado, "Potential of acrylamide formation, sugars, and free asparagine in potatoes: a comparison of cultivars and farming systems". *J. Agric. Food Chem.*, 51, 5556 – 5560 (2003).
8. Consejo Británico de la Patata. BPC Stores Managers' Guide. Ed. Adrian Cunnington (2001).
9. Confederación de Industrias de Alimentos y Bebidas de los EE.UU. (CIAA). "Juego de herramientas" sobre la acrilamida, de la CIAA. [http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/index_en.htm). 23 de septiembre de 2005.
10. Grob, K., Biedermann, M., Biedermann-Brem, S., Noti, A., Imhof, D., Amrein, T., Pfefferle, A., & D. Bazzocco, "French fries with less than 100 ug/kg acrylamide. A collaboration between cooks and analysts". *Eur. Food Res. Technol.* 217, 185 – 194 (2003).
11. Taubert, D., Harlfinger, S., Henkes, L., Berkels, R., y E. Schomig, "Influence of processing parameters on acrylamide formation during frying of potatoes". *J. Agric. Food Chem.* 52, 2735-2739 (2004).
12. Matthäus, B., Haase, N. U. y K. Vosmann, "Factors affecting the concentration of acrylamide during deep-fat frying of potatoes". *Eur. J. Lipid Technol.* 106, 793-801 (2004).
13. Kita, A., Brathen, E., Knutsen, S.H. y T. Wicklund, "Effective ways to decrease acrylamide content in potato crisps during processing". *J. Agric. Food Chem.*, 52, 7011 – 7016 (2004).
14. Pedreschi, F., Moyano, P., Kaack, K. y K. Granby, "Color changes and acrylamide formation in fried potato slices". *Food Res. Int.*, 38, 1 – 9 (2005).
15. 2º Taller Internacional sobre Acrilamida en los Alimentos, Chicago. Grupo de trabajo 1: "Mechanisms of Formation and Methods of Mitigation". April 13-15 de 2004. [http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acryl2004/acryl\\_2004\\_wg1\\_report.pdf](http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acryl2004/acryl_2004_wg1_report.pdf) y [http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/wg1\\_2004.pdf](http://www.jifsan.umd.edu/presentations/acry2004/wg1_2004.pdf)
16. Pedreschi, F., Kaack, K. y K. Granby, "Reduction of acrylamide formation in potato slices during frying". *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 37, 679 – 685 (2004).
17. Brathen, E., Kita, A., Knutsen, S.H. y T. Wicklund, T. "Addition of glycine reduces the content of acrylamide in cereal and potato products". *J. Agric. Food Chem.*, 53, 3259 – 3264 (2005).

18. Taeymans, D., Andersson, A., Ashby, P., Blank, I., Gonde, P., van Eijck, P., Faivre, V., Lalljie, S.P.D., Lingert, H., Lindblom, M., Matissek, R., Muller, D., Stadler, R.H., Studer, A., Silvani, D., Tallmadge, D., Thompson, G., Whitmore, T., Wood, J., y D. Zyzak, "Acrylamide: update on selected research activities conducted by the European food and drink industry". *J. AOAC Int.*, 88, 234 – 241 (2005).
19. Stadler, R.H. y G.S. Scholz, "Acrylamide: an update on current knowledge in analysis, levels in food, mechanisms of formation, and potential strategies of control". *Nutr. Revs.*, 62, 449 – 467 (2004).
20. Claeys, W.L., de Vleeschouwer, K. y M.E. Hendrickx, "Quantifying the formation of carcinogens during food processing: acrylamide". *Trends Food Sci. Technol.*, 16, 181 – 193 (2005).
21. Corrigan, P.J. "Method for reducing acrylamide in foods, foods having reduced levels of acrylamide, and article of commerce". *Patent Cooperation Treaty*, Patent Application WO 2005/034649 A1 (21<sup>st</sup> April 2005).
22. Elder, V.A., Fulcher, J.G., Leung, H., K-H. y M.G. Topor, "Method for reducing acrylamide formation in thermally processed foods". *Patent Cooperation Treaty*, Solicitud de patente WO 2004/075657 A2 (10 de septiembre de 2004).
23. Grob, K. "Reduction of exposure to acrylamide: achievements, potential of optimisation, and problems encountered from the perspectives of a Swiss enforcement laboratory". *J. AOAC Int.*, 88 (1), 253 – 261 (2005).
24. Confederación de Industrias de Alimentos y Bebidas de los EE.UU. (CIAA). "Acrylamide status report December 2004". Resumen de las actividades y adelanto a la fecha de la CIAA en materia de reducción de la concentración de acrilamida en los alimentos (2004).
25. Comisión Europea. "Note of the meeting of experts on industrial contaminants in food, Acrylamide Workshop: information on ways to lower the levels of acrylamide formed in food". (Octubre 20-21 de 2003). [http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/acryl\\_guidance.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/acryl_guidance.pdf)
26. Vass, M., Amrein, T.M., Schonbachler, B., Escher, F., y R. Amado, "Ways to reduce the acrylamide formation in cracker products". *Czech J. Food Sci.*, Número especial 22, 19 – 21 (2004).
27. Fredriksson, H., Tallving, J., Rosen, J., y P. Aman, "Fermentation reduces free asparagine in dough and acrylamide in bread". *Cereal Chem.*, 81 (5), 650 – 653 (2004).
28. Taeymans, D., Wood, J., Ashby, P., Blank, I., Studer, A., Stadler, R.H., Gondé, P., Van Eijck, P., Lalljie, S., Lingert, H., Lindblom, M., Matissek, R., Müller, D., Tallmadge, D., O'Brien, J., Thompson, S., Silvani, D., y T. Whitmore, "A review of acrylamide: an industry perspective on research, analysis, formation and control". *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 44, 323-347 (2004).
29. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentos. "Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds in food: second report". *Food Surveillance Paper No. 32*, HMSO, Londres (1992).
30. Dennis, M.J., Massey, R.C., Cripps, G., Venn, I., Howarth, N., y G. Lee, "Factors affecting the polycyclic aromatic hydrocarbon content of cereals, fats and other food products". *Food Add. Contam.*, 8, 517 – 530 (1991).
31. Agencia de Normas Alimentarias del Reino Unido (UK FSA). *Survey of 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in selected food groups* (2001). <http://www.food.gov.uk/science/surveillance/fsis-2001/3-mcpdse1>.
32. Battaglia, R., Conacher, H.B.S. y B.D. Page, "Ethyl carbamate (urethane) in alcoholic beverages and foods: a review". *Food Add. Contam.*, 7, 477 – 496 (1990).
33. Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos. *Exploratory data on furan in food* (2004). <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/furandat.html>.
34. Massey, R.C. y M. Dennis, "The formation and occurrence of amino acid pyrolysates and related mutagens in cooked foods". *Food Add. Contam.*, 4 (1), 27 – 36 (1987).
35. Biedermann, M. y K. Grob, 2003. "Model studies on acrylamide formation in potato, wheat flour and corn starch; ways to reduce acrylamide contents in bakery ware". *Mitt. Lebensm. Hyg.*, 94, 406 – 422.
36. [http://www.ciaa.be/documents/positions/The\\_CIAA\\_Acrylamide\\_Toolbox.pdf](http://www.ciaa.be/documents/positions/The_CIAA_Acrylamide_Toolbox.pdf).
37. Delatour, T., Perisset, A., Goldmann, T., Riediker, S. y R.H. Stadler, "Improved sample preparation to determine acrylamide in difficult matrixes such as chocolate powder, cocoa, and coffee by liquid chromatography tandem mass spectroscopy". *J. Agric. Food Chem.* 52, 4625-4631 (2004).
38. Hoenicke, K. y R. Gatermann, "Stability of acrylamide in food during storage". *Czech J. Food Sci.* (2004).

## **ANEXO 2: Documento de proyecto**

### **NUEVAS ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA EL CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA ACRILAMIDA EN LOS ALIMENTOS**

#### **Objetivos y alcance de la norma**

Elaborar un proyecto de código de prácticas para la reducción de la acrilamida en los alimentos. El código tratará los principales aspectos de la producción comercial de alimentos, comprendidas las prácticas agrícolas, el almacenamiento, las materias primas, así como la elaboración y la preparación de los alimentos (insumo térmico, perfil de la temperatura, pH, recetas, etc.). El Reino Unido, en consulta con otros países miembros, redactará el primer proyecto del código de prácticas.

#### **Pertinencia y oportunidad**

Es posible controlar las condiciones durante la producción de alimentos, como las prácticas agrícolas, las condiciones de almacenamiento, el insumo térmico, el perfil de la temperatura, el pH y las recetas, que repercuten en la concentración de acrilamida en el producto final. El JECFA (2005) informó que la acrilamida puede ser un motivo de preocupación para la salud humana, en las concentraciones que aparecen en los alimentos. Un código de prácticas ofrecerá los medios para reducir la concentración de la acrilamida que contamina el proceso.

#### **Aspectos principales que se tratarán**

El proyecto de código de prácticas tratará los parámetros que se pueden controlar y las condiciones que han mostrado eficacia para esos parámetros. Presentará posibles métodos para reducir la acrilamida en los ámbitos de la agronomía, la composición de los productos, las condiciones de elaboración y la preparación final. Incluirá una evaluación de las repercusiones, positivas y negativas, de estos métodos en las características del producto terminado. Hará énfasis también en otras estrategias previas, las que han dado buenos resultados y las que no los han producido, para reducir la formación de acrilamida. El código de prácticas presentará información de documentos de debate previos sobre la acrilamida.

#### **Evaluación frente al establecimiento de criterios para establecer prioridades de trabajo**

Esta propuesta es congruente con los siguientes criterios para establecer prioridades de trabajo:

- a) Protección al consumidor desde el punto de vista de la salud y contra las prácticas fraudulentas. (Mediante la reducción de la exposición del consumidor a la acrilamida a través de los alimentos).

#### **Pertinencia para los objetivos estratégicos del Codex**

Esta propuesta es congruente con la Perspectiva estratégica del Marco estratégico 2003-2007.

#### **Información de la relación entre la propuesta y otros documentos del Codex**

Esta nueva actividad se recomienda en el Documento de debate sobre la acrilamida (CX/FAC 05/37/33), el informe de 37º período de sesiones del Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos (ALINORM 05/28/12) y el Documento de debate revisado sobre la acrilamida que se presentará en el 38º período de sesiones del CCFAC.

#### **Determinación de necesidades y disponibilidad de asesoramiento científico de expertos**

Ningunas.

#### **Determinación de cualquier necesidad de insumo técnico para la norma aportado por organizaciones externas, con fines de planificación.**

Ninguna.

#### **El calendario previsto para terminar este nuevo trabajo, incluida la fecha de inicio, la fecha propuesta de aprobación en el trámite 5, y la fecha propuesta de aprobación por la comisión; el plazo para la elaboración de la norma comúnmente no debería exceder cinco años.**

Si la Comisión aprueba en 2006 la realización de la propuesta para este nuevo trabajo, el proyecto del código de prácticas se distribuirá para someterlo a consideración en el trámite 3 del 39º período de sesiones del CCFAC. El paso al trámite 5 está previsto para 2009 y podría ser necesario celebrar una reunión adicional del CCFAC para finalizar la revisión, a fin de que en la siguiente reunión de la Comisión del Codex Alimentarius se apruebe en el trámite 8.