

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 00153 ROMA Tel: 39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

Tema 10 del programa

CX/CF 07/1/13
Febrero de 2007

PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS COMITÉ DEL CODEX SOBRE CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS

1ª reunión

Beijing (China), 16 al 20 de abril de 2007

DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE CLOROPROPANOS OBTENIDOS POR FABRICACIÓN DE PROTEÍNAS VEGETALES HIDROLIZADAS (PVH) MEDIANTE ÁCIDO Y PROCESADO TÉRMICO DE LOS ALIMENTOS

Se invita a los Gobiernos y a las organizaciones internacionales que deseen remitir sus observaciones sobre el siguiente tema a que envíen dichas observaciones, **a más tardar el 25 de marzo de 2007**, a la atención de la Sra. Tanja Åkesson, Secretaría Holandesa del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos, Telefax: + 31 70 3786141, correo electrónico: info@codexalimentarius.nl, con copia al Secretario, Comisión del Codex Alimentarius, Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma, Italia (Telefax: +39.06.5705.4593; correo electrónico: Codex@fao.org).

INFORMACIÓN GENERAL

1. El Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos (CCFAC) convino en su 38ª reunión (ALINORM 06/29/12, Párr. 176) en establecer un grupo de trabajo por medios electrónicos para actualizar el documento de debate incluido en CX/FAC 06/38/33⁴⁸. El grupo de trabajo por medios electrónicos, bajo la dirección del Reino Unido, preparó ese documento de debate tomando en consideración los resultados de la evaluación del JECFA y otra información relevante para el debate sobre los niveles máximos, para su distribución, recabar observaciones y someterlo a debate en la primera reunión del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos. Del grupo de trabajo por medios electrónicos forman parte los siguientes países: Australia, Canadá, China, la Comunidad Europea, Indonesia, Japón, Filipinas, Polonia, la República de Corea, Tailandia, los Estados Unidos de América, la Asociación Internacional de Industrias de Caldos y Potajes (AIIBP), el Consejo Internacional de Asociaciones de Fabricantes de Comestibles (ICGMA) y el Consejo Internacional de Proteínas Hidrolizadas (IHPC).
2. Durante la preparación del documento de debate, el grupo de trabajo cambió el título del documento por “Documento de debate sobre cloropropanos obtenidos por fabricación de proteínas vegetales hidrolizadas (PVH) mediante ácido y procesado térmico de los alimentos”, para reflejar que se trata el 3-MCPD, 1,3-DCP y 2-3,DCP, así como las distintas vías para la formación de dichos cloropropanos. Tal como convino el CCFAC en su 38ª reunión, se invita al Comité a reconsiderar los anteproyectos de niveles máximos para 3-MCPD en condimentos líquidos que contienen proteínas vegetales hidrolizadas mediante ácido (PVH-ácido) (excluyendo la salsa de soja fermentada naturalmente), a la luz de este documento de debate revisado.
3. 3-MCPD pertenece a la familia de compuestos afines conocidos como cloropropanos; también se conoce como clorohidrina, clorohidrina de glicerol, 3-cloropropano-1,2-diol y 1-cloropropano-2,3-dihidroxiopropano.⁸

4. Originariamente 3-MCPD (3-monocloropropano-1,2-diol) se identificó como un contaminante del ingrediente salado PVH-ácido¹ producida mediante el tratamiento de proteínas vegetales, como la soja, con ácido hidrolórico. Debido al amplio uso de PVH-ácido, en la actualidad 3-MCPD se ha identificado en muchos otros alimentos e ingredientes de alimentos, especialmente en la salsa de soja.^{9,10,11,12,14,15,16,17}

5. La presencia de 3-MCPD en la salsa de soja obtenida por PVH-ácido parece tener su origen en la PVH-ácido contaminada, añadida como ingrediente⁴⁷ a un nivel de hasta 20 % o por el uso de hidrólisis ácida *in situ* durante el proceso de fabricación.²⁹

6. 3-MCPD puede formarse también cuando los alimentos, como productos a base de cereales, se someten a tratamiento térmico, como horneado, asado o tostado.³⁶ Estos alimentos no utilizan PVH-ácido o sus productos como ingrediente y sólo recientemente se ha planteado un mecanismo aparte de formación de 3-MCPD. Debido a determinadas condiciones de procesado o almacenamiento, muchos alimentos contienen bajos niveles de 3-MCPD y otros cloropropanoles.⁵

7. Se dispone de un método de espectrometría de masas - cromatografía de gases (GC-MS) validado, capaz de medir 3-MCPD en los alimentos e ingredientes de alimentos a niveles tan bajos como 0,01 mg/kg. Este método ha sido aceptado como método con estatus de primera medida por la Asociación de Comunidades Analíticas Oficiales (AOAC Internacional).¹⁸

3-MCPD

Toxicología

8. Los datos toxicológicos, mutagénicos y carcinógenos disponibles de 3-MCPD fueron resumidos con anterioridad por el JECFA en 2001.²⁹

9. El JECFA consideró también información de que se habían identificado ésteres de ácidos grasos de 3-MCPD en una variedad de alimentos procesados y no procesados, y que sólo se había notificado un número limitado de análisis, pero la cantidad de 3-MCPD esterificado en muchas de las muestras era más elevada que la cantidad de monocloropropanoles (no esterificados) no combinados en las mismas muestras. Los datos disponibles no fueron suficientes para poder evaluar su ingestión o su importancia toxicológica. Se recomendó que se realizaran estudios para determinar la importancia toxicológica de 3-MCPD esterificado.

Evaluación de riesgos

10. La 57ª reunión del JECFA examinó 3-MCPD y 1,3-DCP (1,3-dicloro-2-propanol) en junio de 2001.²⁹ El Comité asignó una ingestión diaria máxima tolerable provisional (IDMTP) de 2 µg/kg de pc a 3-MCPD, en base al menor nivel de efecto observado (LOEL) y un factor de seguridad de 500. El factor de seguridad incluía un factor de 5 para la extrapolación de un LOEL a un nivel sin efectos observados (NOEL).

11. La 67ª reunión del JECFA celebrada en junio de 2006 evaluó de nuevo 3-MCPD. El Comité mantuvo la IDMTP de 2 µg/kg de pc porque desde la última evaluación⁸⁰ no se habían aportado nuevos estudios toxicológicos de gran interés. El JECFA observó también que reduciendo la concentración de 3-MCPD en la salsa de soja y productos afines obtenidos mediante PVH-ácido se puede reducir considerablemente la ingestión de este contaminante por determinados consumidores de este condimento⁸⁰.

1,3-DCP

Toxicología

12. Los datos toxicológicos, mutagénicos y carcinógenos disponibles de 3-MCPD fueron resumidos con anterioridad por el JECFA en 2001.²⁹

La 67ª reunión del JECFA examinó dos nuevos estudios de genotoxicidad *in vivo*. Se informó de un ensayo de micronúcleo en médula ósea de ratón y un ensayo de UDS en hígado de ratón, ambos con resultados negativos. Al no demostrar toxicidad en estos tejidos el nivel de exposición es incierto.

13. El JECFA concluyó que el efecto más grave de 1,3-DCP es la carcinogenicidad. El Comité estuvo también de acuerdo en que no es posible excluir un mecanismo genotóxico para los tumores, planteado en el estudio bianual sobre carcinogenicidad, debido a limitaciones en los nuevos estudios de genotoxicidad²² *in vivo*. Se realizó una dosis de referencia, es decir un análisis BMDL, sobre los datos de un estudio bianual de carcinogenicidad y, en base a los márgenes de exposición, el Comité concluyó que las ingestiones estimadas de 1,3-DCP eran de poca preocupación para la salud del ser humano.

Evaluación de riesgos

14. La 57ª reunión del JECFA concluyó que 1,3-DCP es hepatotóxico, provoca una serie de tumores en varios órganos de rata y es genotóxico *in vitro*. En 2001 el JECFA consideró no apropiado establecer una ingestión tolerable debido a los considerables aumentos en la incidencia de neoplasmas benignos y malignos, en tres tejidos independientes por lo menos, y la evidencia inequívoca de que 1,3-DCP interactúa con cromosomas o el ADN en sistemas bacterianos o en sistemas mamíferos *in vitro*.²⁹

15. Las salsas de soja que contienen elevados niveles de 3-MCPD pueden contener también 1,3-DCP^{13,16,17}. En datos recopilados en la tarea de Cooperación Científica (SCOOP) de la CE,⁴² se analizaron 282 muestras de salsa de soja, en cuanto a 3-MCPD y 1,3-DCP. Aproximadamente un 20% de estas muestras contenían niveles cuantificables de 3-MCPD y 1,3-DCP. Ninguna de las muestras contenía 1,3-DCP en ausencia de 3-MCPD. Los niveles de 1,3-DCP eran siempre más bajos que los niveles de 3-MCPD en la misma muestra. El informe SCOOP de la CE consideraba que la relación entre la concentración de 3-MCPD y de 1,3-DCP no es consecuente y no pudo suponer ninguna correlación. El JECFA revisó los datos disponibles en su evaluación de 2006 y concluyó que entre las concentraciones de 1,3-DCP y 3-MCPD parece haber una relación lineal (si bien los datos que lo confirman son limitados) pero esto no se demostró en las concentraciones bajas. El JECFA concluyó que se necesitaban datos adicionales de la presencia para confirmar cualquier tipo de relación entre las concentraciones de 3-MCPD y 1,3-DCP.

16. Datos de un estudio sobre cloropropanoles de Estados Unidos en salsas de soja y productos afines realizado en 2003,⁴⁷ sugieren que puede sospecharse que la salsa de soja y los productos afines con niveles de 3-MCPD superiores a 10 mg/kg contienen niveles de 1,3-DCP que oscilan entre 0,250 y 10 mg/kg aproximadamente. La relación entre las concentraciones de 3-MCPD y 1,3-DCP varía, sin indicar ninguna correlación estrecha entre 3-MCPD y 1,3-DCP ($r^2 = 0,7346$); si bien algunas tendencias aparentes son evidentes. Muchas de las salsas de soja y productos afines elaborados en Asia contenían niveles muy elevados de 3-MCPD y 1,3-DCP. En comparación, productos similares fabricados en los Estados Unidos de América contenían niveles bajos o indetectables de 3-MCPD y 1,3-DCP.

17. En su evaluación de 2006, el JECFA concluyó que la evidencia disponible sugiere que 1,3-DCP se da a niveles más bajos que 3-MCPD en la salsa de soja y productos afines, y también en ingredientes de alimentos de PVH-ácido pero no en los productos cárnicos donde los niveles de 1,3-DCP son generalmente más altos que los niveles de 3-MCPD.⁸⁰

18. El JECFA concluyó que en base a estimaciones nacionales, podía suponerse que una ingestión de 0,051 µg/kg de pc por día de 1,3-DCP representa la media para la población general y 0,136 µg/kg de pc por día representa a los consumidores de alto nivel que incluyen a los niños. La comparación de estas ingestiones medias y de alto nivel con la BMDL₁₀ más baja de 3,3 mg/kg de pc por día, que era la BMDL₁₀ para los datos de frecuencia en animales portadores de tumores para todos los lugares afectados- de tratamiento, indica márgenes de exposición de aproximadamente 65000 y 24000 respectivamente. En base a estos márgenes de exposición, el JECFA concluyó que las ingestiones estimadas de 1,3-DCP eran poco preocupantes para la salud humana.

2,3-DCP

Toxicología

19. En 2001 y 2004, el Comité sobre Mutagenia de las Sustancias Químicas en los Alimentos, Productos para Consumidores y el Medio Ambiente (COM) del Reino Unido examinó los datos de mutagenia disponibles sobre 2,3-DCP^{84,85}. En los datos incluidos se observaban tres ensayos *in vitro* positivos y dos estudios *in vivo* realizados según las directrices de la OCDE; un ensayo de micronúcleo en médula ósea de rata y un ensayo de síntesis de ADN no programada en hígado de rata. El Comité consideró que los estudios *in vivo* eran negativos y por tanto ofrecían evidencia de que 2,3-DCP no es mutágeno *in vivo*.⁸⁵

20. Existe una carencia de datos de la toxicidad general y toxicocinética de este compuesto. La hoja de datos IRIS N° 0465 de la Agencia de Protección Medioambiental (EPA) de EE.UU. menciona un estudio subcrónico oral en las ratas, realizado por dicha agencia en 1989, en el cual se encontró degeneración de miocardio, hepatotoxicidad y nefrotoxicidad con un nivel sin efectos adversos observables (NOAEL) de 10 mg/kg de pc/día.⁸⁶ Omura et al. (1995) notificaron que 2,3-DCP es más tóxico que 1,3-DCP en los ensayos de hígado, pero menos hepatotóxico.⁸⁷

VÍAS DE FORMACIÓN DE 3-MCPD

1) Hidrólisis del ácido

21. Comercialmente la hidrólisis se realiza utilizando 4-6M de ácido hidroclicórico a 100°C-130°C durante 4-24 horas, seguido de neutralización con hidróxido de sodio.²⁷ Durante este proceso 3-MCPD se forma por la reacción del ácido con el aceite vegetal residual. Los principales precursores de los cloropropanoles en las materias primas son ácido hidroclicórico y triacilgliceroles, y en menor medida, fosfolípidos y glicerol.^{2,4} Entre las materias primas se encuentran harina de soja, grano de soja, trigo, (incluido gluten de trigo) maíz, grano (aceite vegetal) de semillas de colza y patatas (papas).^{27,4}

2) Procesado térmico (que no se produce por PVH)

22. 3-MCPD se da también sin PVH-ácido. Parece formarse por los lípidos y cloruro sódico (presentes de manera natural o añadidos) durante la fabricación normal y los procesos de cocinado, como horneado y asado a la parrilla. Se cree que los fosfolípidos o el glicerol son los principales precursores de 3-MCPD en alimentos como el pan, productos de panadería y malta. El contenido de humedad de los alimentos influye en el proceso, ya que el glicerol parece ser el principal precursor en los alimentos con un bajo contenido en agua (<15%), y otros precursores, como la lecitina, para alimentos con un contenido en agua más elevado. También puede haber monoésteres o diésteres de ácidos grasos de 3-MCPD, que pueden ser una fuente adicional de 3-MCPD.⁵

23. La cantidad de glicerol disponible para la conversión a 3-MCPD depende de los ingredientes crudos y las condiciones antes del procesado. Por ejemplo, los componentes de la cebada o granos de trigo son suficiente para inducir la síntesis de 3-MCPD. El contenido de glicerol de la masa, sin embargo, depende de la edad de la harina (fresca o almacenada), la cantidad de levadura añadida y el tiempo de reposo.⁵ Cuando el pan se tuesta, sobre la amplia superficie del pan actúan elevadas temperaturas, que hacen posible la hidrólisis de triglicéridos a alta temperatura. El glicerol resultante es un precursor para la formación de 3-MCPD.⁶⁵

24. Los principales factores que influyen en la formación de 3-MCPD son la temperatura y el pH. 3-MCPD se forma a temperaturas superiores a 170°C y es inestable en un pH superior a 6,0. De hecho, el bicarbonato de sodio, entre otros factores, parece inhibir la formación o acelerar la degradación de 3-MCPD en sistemas modelo.⁵ Pero cabe observar que aunque en panes muestra el aumento del pH reduce la concentración de 3-MCPD da lugar a un incremento de la acrilamida.⁶

25. Los aditivos pueden contribuir también al nivel de 3-MCPD. Por ejemplo, la adición a la masa del mejorador de la harina, ésteres diacetilartárico y de ácidos grasos del glicerol (DATEM), puede incrementar la cantidad de 3-MCPD en el producto final.⁵

3) Ésteres de ácidos grasos de 3-MCPD (3-MCPD combinado)

26. Estos ésteres representan una nueva fuente de 3-MCPD en los alimentos puesto que de ellos se puede liberar 3-MCPD *in vivo*, por la reacción de hidrólisis catalizada por lipasa.⁷¹ De investigación realizada en la República Checa se desprende que 3-MCPD se da en los alimentos tanto en su forma no combinada como en la forma de ésteres de ácidos grasos. Ésteres de ácidos grasos de 3-MCPD se identificaron por primera vez en mezclas muestra de ácido hidroclicórico con triacilgliceroles, fosfolípidos, aceite de soja y lípidos aislados de la harina de soja y gluten de trigo.⁷⁰ También se sabe que se dan en los alimentos en que se utilizan aceites vegetales hidrogenados/refinados en su fabricación. Al igual que 3-MCPD, se dan en los alimentos procesados a altas temperaturas, que tienen bajo contenido en agua, altos niveles de cloruro sódico y se almacenan durante largos períodos.⁷¹

27. Estudios realizados en el pan, revelaron niveles importantes de 3-MCPD en el pan tratado con lipasa para panadería. De la forma combinada se desprende 3-MCPD por hidrólisis de los ésteres por estas enzimas durante el proceso de horneado. Se ha comprobado que las lipasas son también responsables de la generación de 3-MCPD en los productos a base de cereales horneados, especialmente en el pan blanco y en su corteza.⁶⁶

28. Del análisis de 20 muestras de productos al por menor seleccionados (Cuadro 1) se desprende que todas las muestras contenían entre 9,6 y 82,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de alimento de 3-MCPD no combinado.⁷¹

Cuadro 1: Niveles de 3-MCPD no combinado y combinado en los alimentos^{66, 71}

Alimento	3-MCPD no combinado $\mu\text{g}/\text{kg}$	3-MCPD combinado mg/kg de grasa	3-MCPD combinado mg/kg
Aceitunas en escabeche	13,93	< 3,30	< 0,28
Café tostado	16,15	< 3,30	< 0,33
Cacahuete (maní) tostado	22,10	nd	nd
Malta light (tipo pilsner)	9,55	< 3,30	< 0,05
Malta oscura	27,90	36,51	0,58
Pan crujiente	11,05	6,31	0,42
“Crackers” salados	10,72	12,52	0,14
Donuts	16,58	3,95	1,21
Patatas crujientes	14,48	< 3,30	< 1,21
Patatas fritas a la francesa	15,41	36,77	6,10
Salami blando	14,03	< 3,30	< 0,93
Salami fermentado	47,63	< 3,30	< 1,49
Jamón ahumado	23,18	< 3,30	< 1,62
Jamón de Bolonia	26,24	nd	nd
Pollo asado a la parrilla	26,04	< 3,30	< 0,43
Caballa ahumada	18,62	< 3,30	< 0,53
Arenque en escabeche	28,19	3,57	0,28
Queso parmesano	82,67	nd	nd
Queso procesado	29,83	< 3,30	< 0,77
Queso feta	12,98	< 3,30	< 0,58
Café molido tostado	<0,009 – 16,1	1,7 – 3,0	0,21 – 0,39
Café instantáneo tostado (soluble)	<0,009 – 18,5	2,7 – 5,2	0,006
Café verde tostado	10,1 – 18,2	<0,009* – 1,9	<0,009* – 0,22
Café verde	<0,003* <0,009*	<0,003*	<0,003*

Nd= no detectado, es decir, inferior al límite de detección (LOD) <3,30 mg/kg de grasa = inferior al límite de cuantificación (LOQ)

** para el café <0,003mg/kg = nd es decir inferior al LOD, <0.009mg/kg = niveles de vestigios, es decir inferior al LOQ*

4) Epiclorohidrina

29. 3-MCPD puede migrar de ciertos tipos de resinas resistentes a la humedad a base de epiclorohidrina, utilizadas en cubiertas de papel y celulosa, como por ejemplo cubiertas de salchichas, bolsitas de té y filtros de papel para el café. La Directiva 2002/72/CE de la Comisión Europea entró en vigor en 2002 como una medida internacional para reducir al mínimo la exposición a 3-MCPD procedente de esta fuente y establece una cantidad permitida como límite máximo de la epiclorohidrina “residual” en el material acabado de 1 mg/kg³. En consecuencia, en los alimentos producidos en la UE la presencia de 3-MCPD debido al contacto con cubiertas o envoltorios debería ser mínima.

PRESENCIA DE CLOROPROPANOS EN LOS ALIMENTOS PROCESADOS TÉRMICAMENTE

Productos a base de cereales

Pan y productos de panadería

30. En el pan y otros productos a base de cereales puede detectarse 3-MCPD. Las galletas saladas parecen representar los niveles más altos notificados de 3-MCPD, seguidas de donuts, pan y galletas dulces.³⁶ En los bizcochos se han medido también niveles de 3-MCPD de hasta 0,2 mg/kg.⁴²

31. En investigación reciente financiada por la Agencia de Normalización Alimentaria del Reino Unido se notificó la formación de hasta 0,1 mg/kg de 3-MCPD en el pan.⁶³ Una investigación del pan tostado reveló que en las tostadas se formaba hasta 1 mg/kg de 3-MCPD.³⁰ De hecho para los alimentos, excluyendo las salsas de soja y PVH-ácido, el pan tostado tenía el nivel medio más alto de 3-MCPD.³¹

32. También se ha notificado la presencia de 3-MCPD a 0,014 mg/kg en el pan rallado comercial para recubrimiento⁴². Se ha comprobado que la corteza del pan blanco tiene altos niveles de 3-MCPD de 0,48 mg/kg⁷⁵.

33. Se ha comprobado que en el pan los ingredientes de la masa influyen en el nivel de 3-MCPD. Se comprobó que la adición de grasa (1% con respecto a la harina) aumentaba el nivel de 3-MCPD en el pan pero un contenido más elevado de grasa (2-5%) no tenía ningún efecto adicional.³⁰

34. Los agentes de horneado utilizados comercialmente contienen una serie de ingredientes que se ha demostrado que son cruciales para fomentar la formación de 3-MCPD. Cuando los agentes de horneado comerciales se utilizan en la preparación de masa, el contenido de sucrosa parece tener la mayor contribución a la formación de 3-MCPD.³⁰ Para los fabricantes es por tanto posible influir en la formación de 3-MCPD en el pan, modificando el agente de horneado utilizado.

35. También se sabe que la adición de levadura a la masa y la duración del reposo fomentan la producción de 3-MCPD durante el horneado del pan. Los productos hechos con harina de más años o más rancia tendrán más 3-MCPD. En los productos a base de cereales fermentados se forma glicerol como subproducto de la fermentación de la levadura y esto es lo que reacciona con los iones de cloro de la sal añadida al cocinar, para generar 3-MCPD durante el horneado.⁶³ De estudios se desprende que los niveles de 3-MCPD aumentan si se incrementa el tiempo de reposo en la masa fermentada.⁶⁶

Malta

36. En las maltas, harinas de malta y extractos de malta se ha detectado 3-MCPD.^{10,11} Para la malta se han registrado concentraciones de hasta 0,8 mg/kg.⁴² En los cereales tostados y maltas oscuras que se utilizan para dar color y aroma a la mayoría de cervezas negras y algunas cervezas ligeras doradas se ha encontrado 3-MCPD. Se ha comprobado que la concentración de 3-MCPD es paralela al grado de tostado dado a la cebada, siendo las maltas oscuras las que tienen la mayor concentración.⁶⁷

Rebozos

37. Los rebozos para freír elaborados en laboratorio pueden generar hasta 0,1 mg/kg de 3-MCPD, pero los pocos rebozos comerciales probados no parecían tener un contenido detectable de 3-MCPD al freírlos.^{7,42} Pero algunos productos rebozados pueden contener 3-MCPD puesto que en una muestra de filetes de pescado fritos y rebozados se notificó 0,009 mg/kg de 3-MCPD.⁴²

Carne y pescado

38. No existe evidencia de la formación directa de 3-MCPD durante la fabricación de salami, pero el salami puede contener también altas concentraciones de ésteres de 3-MCPD, que son una posible fuente de 3-MCPD.⁵ En muestras de salami se han notificado niveles de hasta 29 mg/kg de 3-MCPD.⁶⁶ Estos niveles pueden proceder de la PVH-ácido que, pese a que no se ha identificado como ingrediente alimenticio, puede haber estado presente en el salami. Se ha comprobado que la grasa del salami contiene cantidades importantes de 3-MCPD esterificado, aunque no se ha podido encontrar ninguna evidencia que demuestre que la acción de las lipasas presentes en las especias, el cultivo bacteriano y bacterias endógenas a la carne sean responsables del incremento de 3-MCPD no combinado durante el almacenamiento.⁶⁶

39. El contenido de 3-MCPD del pescado ahumado aumenta con la duración del tiempo de ahumado del producto pero en el caso del bacon ahumado no existe una correlación similar. En el arenque ahumado, un aumento de la concentración de salmuera utilizada para el curado dio lugar al aumento del contenido de 3-MCPD del producto.⁵

40. En productos como el bacon salado, los niveles de 3-MCPD aumentaron al cocinarlo. En los productos salados a baja temperatura, como las anchoas, la evidencia sugiere que las enzimas viscerales del pescado desempeñan un papel en la liberación de ésteres de 3-MCPD o bien en la síntesis directa de 3-MCPD del glicerol/glicéridos.⁵

41. En la carne de vaca picada cocinada, el jamón y las salchichas se han detectado concentraciones bajas de 3-MCPD y 1-3-DCP. Pero en la carne de ternera picada cruda, el jamón y carne de salchichas se ha detectado también 1,3-DCP, en ausencia de 3-MCPD.⁸ Esto sugiere que puede haber más de una vía de formación de 1-3-DCP. El mecanismo para esta formación no ha sido identificado.⁴⁴

Queso

42. En algunas muestras de queso procesado, alternativas al queso, queso feta y parmesano se ha detectado 3-MCPD. También se demostró que algunos quesos contenían cantidades significativas de ésteres de 3-MCPD.⁵ En algunos casos esto puede deberse a la migración de 3-MCPD de las cubiertas de papel y celulosa.

43. El asado y tostado incrementaron considerablemente el contenido de 3-MCPD de algunos quesos, dando lugar a niveles de hasta 0,1 mg/kg. En algunos quesos se pueden dar también niveles elevados de 3-MCPD si se cocinan en el microondas.⁷

44. En el Cuadro 2 aparece una lista de productos e ingredientes en los que se ha identificado 3-MCPD.⁴² Estos productos no parecen contener PVH-ácido y por tanto se cree que el 3-MCPD tiene sus orígenes en otra fuente. Los niveles que se indican en el cuadro son niveles máximos registrados en estos productos.

Alimentos ahumados

45. En un estudio reciente realizado en Alemania se descubrió que las salchichas y los jamones ahumados elaborados utilizando humo fresco podían contener altos niveles de 3-MCPD.⁷³ No obstante, el nivel de 3-MCPD encontrado depende del tipo de madera utilizada y del tiempo que está en la cámara de ahumado. Se comprobó que las salchichas con pimienta ahumadas a 28°C contenían 0,133 mg/kg de 3-MCPD. Una muestra descartada de la pared de la cámara de ahumado contenía 18 veces el nivel de 3-MCPD encontrado en las salchichas ahumadas (es decir 2,455 mg/kg).⁷³ También se comprobó que los aromatizantes de humo líquidos utilizados en la fabricación de salchichas ahumadas tenían un alto contenido de 3-MCPD. Los resultados de 6 preparados comerciales, demostraron que tenían niveles de 3-MCPD que oscilan entre 0,2 y 0,76 mg/kg. Es necesario realizar más trabajo en este ámbito para apreciar la influencia de los parámetros arriba indicados en la generación de 3-MCPD en los productos alimenticios ahumados.

46. En otro estudio se comprobó que algunos alimentos, como el queso, la carne y la salsa para la barbacoa, contenían 3-MCPD. Los niveles oscilaban entre <0,002 y 0,02 mg/kg.⁶⁶ En muestras cocinadas de bacon se comprobó que contenían más 3-MCPD que las muestras no cocinadas. Los niveles en las muestras cocinadas oscilaban entre 0,01 y 0,05 mg/kg.⁶⁶

Café tostado

47. En el café tostado el nivel encontrado de 3-MCPD fue de 0,01 y 0,018 mg/kg. El nivel más elevado se encontró en una muestra de café instantáneo y en productos en que el tostado se había prolongado durante un período de tiempo. Los cafés verdes contenían solamente vestigios de 3-MCPD no combinado. El color final de los granos de café tostado está directamente relacionado con la formación de 3-MCPD, siendo mayor la concentración en los granos más oscuros. El nivel de 3-MCPD combinado variaba entre 6 µg/kg (cafés solubles) y 0,390 mg/kg (café descafeinado) y superaba entre 8 y 33 veces el nivel de 3-MCPD no combinado.⁶⁸ El cloro de la sal y los lípidos (precursores de 3-MCPD) presentes de manera natural en los granos de café son responsables de la formación de 3-MCPD durante el proceso de tostado.

Cuadro 2: Productos que se ha comprado que contienen 3-MCPD que no tiene su origen en la PVH-ácido

	Grupo de Alimentos del Codex	Gama de 3-MCPD (cuantificable, mg/kg)	Número de muestras	Número cuantificabl e
1.6	Queso	0,02 – 0,1	123	12
2.2	Emulsiones grasas principalmente del tipo agua en aceite (incluye pastas para untar, mantequillas, margarina)	0,006 – 0,01	12	1
5.2	Dulces incluidos los caramelos duros y blandos, turrone, etc.	0,020 – 0,023	15	2
6.2	Harinas y almidones	0,014 – 0,029	11	4
6.3	Cereales para el desayuno	0,07	45	1
6.4	Pasta y fideos	0,003 – 0,023	6	5
7.1.1	Pan y panecillos	0,001 – 0,57	975	533
7.1.2	“Crackers” excluidos los “crackers” dulces	0,01 – 0,26	169	115
7.1.3	Otros productos de panadería	0,011 – 0,11	59	40
7.1.4	Productos similares al pan, incluidos los rellenos a base de pan y el pan rallado	0,01 – 0,15	20	8
7.2.3	Mezclas para pastelería, incluidos “donuts”, “scones” y “muffins”	0,01 – 0,11	98	44
7.2.1	Tortas, galletas y pasteles (p.ej. rellenos de fruta o crema)	0,003 – 0,21	107	33
7.2.2	Galletas	0,01 – 0,28	460	196
8.1	Carne fresca, en piezas enteras o picada	0,006 – 1,9	106	19
8.2	Productos cárnicos elaborados, en piezas enteras o en cortes	0,003 – 0,10	130	47
	Productos cárnicos ahumados	0,009 – 0,13	34	30
	Salami	0,011 – 29	27	16
8.3	Productos cárnicos elaborados	0,003 – 1,8	176	72
21	Extracto de carne	0,014 – 0,55	16	5
9.1	Pescado fresco	0,003 – 0,033	12	12
9.3	Pescado semiconservado	0,009 – 0,021	3	3
9.4	Pescado y productos pesqueros, incluidos los moluscos, crustáceos y equinodermos	0,012 – 0,19	18	8
13.3,13.4,13.5	Alimentos dietéticos y complementos alimenticios	0,01 – 0,41	33	14
14.1.5	Café, sucedáneos del café, té, infusiones de hierbas y otras bebidas calientes a base de cereales y granos, excluido el cacao	0,01 – 0,38	58	27
14.2.1	Cerveza y bebidas a base de malta	0,003 – 0,02	104	8
15.1	Aperitivos, incluidas las patatas (papas)	0,006 – 0,04	66	13
22.2	Extracto de malta	0,005 – 0,85	31	17
23	Dextrinas de almidón modificadas	0,012 – 0,49	9	2
26	Otros ingredientes	0,019 – 0,025	11	2
Incluye	Aromatizantes	0,025	2	1
16	Alimentos compuestos	0,004 – 0,11	134	57
Incluye	Pizza	0,004 – 0,09	83	31

PRESENCIA DE 3-MCPD EN LOS ALIMENTOS QUE CONTIENEN PVH-ÁCIDO

PVH-ácido

48. La proteína vegetal hidrolizada es un producto aromatizante salado. Se produce mediante la hidrólisis de fuentes de proteínas, como la harina de soja, el trigo o el maíz. Tradicionalmente la hidrólisis se realiza utilizando un ácido, que frecuentemente es ácido hidrocórico.²⁷ La PVH-ácido es un ingrediente muy utilizado en alimentos como salsas de soja, sopas, comidas preparadas, aperitivos salados, mezclas “gravy” y fideos instantáneos.

49. En un estudio llevado a cabo también en China de 45 muestras de fideos instantáneos, se detectó 3-MCPD en 36 muestras. Los niveles oscilaban entre 0,004 y 3,61 mg/kg, y 3 muestras tenían niveles superiores a 1 mg/kg. En ninguna de las muestras se encontró 1,3-DCP y 2,3-DCP.⁶⁹

Salsa de soja

50. La salsa de soja se puede elaborar mediante una serie de procedimientos, incluyendo la fermentación tradicional y procesos que incluyen el uso de un tratamiento ácido o que tienen PVH-ácido como ingrediente. Se sabe que tales tratamientos con ácido pueden generar cloropropanoles, salvo si las condiciones de procesado están bien controladas.

51. Las salsas de soja fermentadas de manera tradicional no son propensas a contener 3-MCPD,²⁹ si bien la adición de ingredientes que contienen 3-MCPD como PVH-ácido, puede dar lugar a la presencia de 3-MCPD en los productos descritos como fermentados, si la legislación de etiquetado del país en cuestión permite la utilización de tales términos.

52. Varios países de todo el mundo han identificado que existen muchos condimentos de aderezo líquidos similares a la salsa de soja (como por ejemplo la salsa de pescado, salsa de ostras, salsa de setas, salsas de aderezo para la carne, etc.) que pueden contener 3-MCPD y otros cloropropanoles, debido al procesado o el uso de ingredientes procesados.⁴²

53. Japón ha proporcionado información sobre la producción de salsa de soja. Datos de salsa de soja elaborada con PVH-ácido fueron comparados con salsa de soja elaborada mediante fermentación tradicional y demostraron que la salsa de soja elaborada mediante fermentación tradicional tenía niveles muy bajos, que oscilan entre <0,004 y 0,008 mg/kg, mientras que la salsa de soja elaborada con PVH-ácido tenía niveles que oscilan entre <0,004 y 7,8mg/kg.⁸²

54. En los datos recopilados por el JECFA en 2001, se detectó 3-MCPD en la PVH-ácido y las salsas de soja a concentraciones superiores a 1 mg/kg. En la PVH-ácido y las salsas de soja se ha notificado una gama de concentraciones, que son desde inferiores al límite de cuantificación (0,01 mg/kg) hasta 100 mg/kg en algunas muestras de PVH-ácido, y de más de 300 mg/kg en algunas muestras de salsa de soja.²⁹

55. En Canadá se está llevando a cabo una investigación nacional de 3-MCPD en varias salsas aromatizadas de soja, setas y ostras. En 2004—2005, fueron analizadas 45 muestras de salsas de soja importadas para 3-MCPD y 1,3-DCP. Las muestras contenían salsas de soja comercializadas como naturales, vegetarianas, de aderezo, de ostras, de setas, ligeras u oscuras. En 33 muestras no se detectó 3-MCPD. En otras 3 muestras, el nivel de 3-MCPD (entre 0,02 y 0,63 mg/kg), era superior al límite de detección pero inferior al nivel máximo actual en Canadá, es decir 1 mg/kg.⁸¹ A esos niveles de 3-MCPD, no se detectó el cloropropanol 1,3-DCP.

56. Nueve muestras del estudio⁸¹ canadiense contenían 3-MCPD por encima de 1 mg/kg, y los valores oscilaban entre 2,97 y 812 mg/kg (media, 194,25 mg/kg). Ocho de estas muestras contenían también 1,3-DCP y en dos casos se observaron algunos valores muy elevados de 1,3-DCP. Tal como se ha indicado con anterioridad, no se detectó 1,3-DCP (LOD = 5 ppb) en ninguna de las muestras que contenían 1 mg de 3-MCPD (sobre una base líquida). El país de origen fue un factor más consecuente en las observaciones de las salsas contaminadas que otras variables, como el tipo de salsa examinada o si la salsa era fermentada o no.

57. En un estudio de 103 salsas de soja llevado a cabo en China, 42 muestras no tenían 3-MCPD, es decir por debajo del LOD de 0,006 mg/kg, 23 tenían niveles de 3-MCPD que oscilaban entre 0,001 y 0,020 mg/kg y 17 muestras tenían niveles de 3-MCPD superiores a 1 mg/kg. 2-MCPD fue detectado a niveles entre 0,01 y 1,93 mg/kg (con 8 muestras que excedían de 1 mg/kg). En 6 muestras se detectó 1,3-DCP y 2,3-DCP a concentraciones entre 0,004 y 0,21 mg/kg. Además de la salsa de soja, la salsa aromatizante de los fideos instantáneos es una de las fuentes principales de ingestión de cloropropanoles en Asia.⁶⁹

58. En un estudio de 13 salsas de soja y 4 muestras de PVH-ácido realizado de nuevo en China, se encontró 3-MCPD en 11 de las muestras de salsa de soja a niveles que oscilan entre 0,078 y 4,68 mg/kg, y en todas las muestras de PVH-ácido niveles entre 0,17 y 27,500 mg/kg.⁷²

59. El Cuadro 3 contiene una lista de productos que se ha notificado que contienen niveles cuantificables de 3-MCPD. Probablemente este 3-MCPD tiene sus orígenes en la PVH-ácido en el producto, que ha sido añadida o se ha generado *in situ*.

Cuadro 3: Productos que contienen proteína vegetal hidrolizada mediante ácido

Grupo de alimentos del Codex		Gama de 3-MCPD (cuantificable, mg/kg)	Numero de muestras	Número cuantificable
	2.3. – Emulsiones grasas diferentes a 2.2.	0,006 – 1,5	19	12
Incluye	Aceite de fideos instantáneos	0,013 – 1,5	19	12
	4.2.2.2. – Hortalizas desecadas	0,011 – 0,69	33	28
Incluye	Ajo – aglutinado	0,020 – 0,69	6	6
	Ajo granulado	0,024 – 0,34	5	5
	Ajo en polvo	0,028 – 0,03	2	2
	Cebolla granulada	0,016 – 0,02	2	2
	6.4. – Pasta y fideos y productos afines	0,011 - 300	157	52
Incluye	Fideos instantáneos (no fideos para sopa)	0,011 - 300	157	52
	Fideos ⁶⁹	0,004 – 3,610	45	36
	12.2. – Hierbas aromáticas, especias aderezos y condimentos	0,002 – 8,5	252	184
Incluye	Mezcla de especias (inc. cerdo) (cuando se dispone de datos).	0,01 – 8,5	11	5
	Aderezos para fideos instantáneos (cuando se dispone de datos).	0,01 – 5,3	185	143
	Caldo desecado (cuando se dispone de datos).	0,01 – 0,45	11	7
	12.5.2. – Mezclas para sopas y consomés	0,002 – 0,20	87	47
	12. 6.2. – Salsas emulsionadas	0,01 - 51	108	5
	12.6.3. – Mezclas para salsas y salsas “gravy”	0,012 – 0,44	40	13
Incluye	Salsa de soja en polvo	0,088 – 0,44	2	2
	Salsa curry en polvo	0,04	1	1
	Polvo “gravy”	0,01	1	1
	12.6.4. – Salsa de soja/productos a base de soja (cuando se dispone de datos).	0,001 - 1779	3368	1169
	Salsa de soja ⁶⁹	0,01– 0,020 >0,02	103	23 38
	Salsa de soja ⁷⁴	0,01 – 17,0	316	44
	Salsa de soja ⁷²	0,078 – 4,68 (µg/kg)	13	11
	12.6.4.1. – Salsas emulsionadas	0,017 – 2,0	22	5
Incluye	Marinada para pollo	0,017 – 2,0	6	3
	12.6.4.2. – Salsa de soja oscura	0,013 - 112	215	59
	12.6.4.4. – Salsa de soja ligera	0,011 - 1779	238	88
	12.6.4.6. – Salsa de soja de setas	0,013 - 108	175	104
	12.6.4.7. – Salsa de ostras	0,003 – 8,8	153	36
	Salsa de ostras ⁷⁴	0,02 – 0,1	102	18
	12.6.4.8. – Salsa de soja de pescado crudo	0,018 – 0,46	18	9
	12.6.4.11. – Salsa de aderezo	0,011 - 940	87	37
	12.6.4.12. – Salsa de soja con sabor a camarón	0,025 - 20	8	4
	12.6.4.13 – Salsa de soja	0,001 - 1015	1125	434
Incluye	Salsa Schweinfleisch	79	1	1
	12.6.4.15 – Salsa teriyaki	51	15	1
	12.6.4.16. – Salsa de soja espesa	0.02 - 19	30	3
	12.6.4.17. – Salsa de soja fina	0,011 - 11	37	8
	12.6.4.18 – Salsa de ostras vegetariana	0,028 – 4,0	5	2
	12.6.(varios) – Salsas y productos afines (varios)	0,002 – 17	294	85
Incluye	Aceite para asar a la parrilla (cuando se dispone de datos).	0,093 – 0,16	8	4
	15.1 – Aperitivos incluidas las patatas (papas) fritas.	0,01 – 0,04	60	7
	16 – Alimentos compuestos	0,004 – 0,11	113	36
Incluye	Hamburguesa sin carne	0,011	2	1
	20.0. – PVH	0,01 – 1,0	99	37

EXPOSICIÓN DIETÉTICA A 3-MCPD

60. Se han llevado a cabo muchas estimaciones de la exposición dietética a 3-MCPD. Algunas de estas estimaciones toman en consideración todas las fuentes dietéticas de 3-MCPD (es decir, alimentos que contienen 3-MCPD como consecuencia del procesado térmico así como los alimentos que contienen PVH-ácido derivada de 3-MCPD). A continuación sigue una breve relación de esas estimaciones de la exposición dietética.

61. La tarea 3.2.9⁴² SCOOP, llevada a cabo en Europa, notificó niveles medios superiores de 3-MCPD combinado de 9,16 mg/kg para la salsa de soja y productos afines a la salsa de soja, siendo el nivel más alto notificado de 1779 mg/kg. Los datos notificados en la tarea SCOOP fueron recopilados en varios Estados miembros europeos. Cada Estado miembro proporcionó también evaluaciones de la exposición dietética tomando en consideración modelos de consumo nacionales, dando lugar a una serie de ingestiones estimadas. Las ingestiones dietéticas se calcularon como estimaciones de la población (el producto del consumo de la población y los niveles de presencia. Este tipo de estimación toma en consideración el consumo de alimentos en toda la población y por tanto tiene en cuenta a los consumidores que no comen los alimentos en cuestión) y como estimaciones de los consumidores (donde la ingestión se calcula sólo para aquellos miembros de la población que consumen los alimentos en cuestión). La tarea 3.2.9 SCOOP notificó estimaciones de la exposición dietética de la población que oscilan entre 0,5 y 1,4 µg/kg de pc/día para adultos consumidores de alto nivel (percentil 95) y 0,5 y 1,7 µg/kg de pc/día para niños consumidores de alto nivel (percentil 95), siendo todas inferiores a la IDMTP. Las estimaciones de la exposición dietética de los consumidores de grupos de alimentos individuales fueron también inferiores a la IDMTP, siendo la estimación más elevada 1,1 µg/kg de pc/día para la salsa de soja y los productos afines. Pese a que la ingestión de 3-MCPD de salsa de soja fue más elevada entre los consumidores de todos los países, se comprobó que otros alimentos como pan, pasta, fideos y salsas aromatizadas o alimentos a los que se pueden añadir salsas, contribuían significativamente a la ingestión general de 3-MCPD.

62. Normas Alimentarias de Australia y Nueva Zelanda (FSANZ) ha realizado también estimaciones de la exposición dietética⁷⁶. Datos de la presencia tomados de estudios realizados entre 2001 y 2002 fueron introducidos en un modelo determinista para estimar las exposiciones dietéticas de los consumidores de la dieta completa. Para un nivel medio de 3-MCPD de 14,9 mg/kg en la salsa de soja y de ostras, las exposiciones dietéticas de los consumidores expuestos específicamente a 3-MCPD de salsas de soja y de ostras se estimaron en 7,0 y 8,1 µg/kg de pc/día para adultos y niños consumidores de nivel alto (percentil 95), respectivamente. Estos niveles de exposición son muy superiores a la IDMTP. FSANZ realizó también una evaluación de la exposición fijando el nivel de 3-MCPD en las salsas de soja y de ostras en 0,2 mg/kg (el límite actual de FSANZ para 3-MCPD en condimentos líquidos que contienen PVH-ácido); se demostró que la exposición dietética a 3-MCPD era muy reducida, con estimaciones de ingestiones para los consumidores expuestos específicamente a 3-MCPD a través del consumo de salsas de soja y de ostras de hasta 5% de la IDMTP (para adultos consumidores de alto nivel) y estimaciones de hasta 7% de la IDMTP (para niños consumidores de alto nivel) del consumo de todos los alimentos.

63. Durante 2004-2005, Tailandia realizó una estimación determinista de la exposición dietética combinando datos de consumo de 1945 personas con datos de presencia.⁷⁷ La estimación de la exposición se efectuó únicamente para el consumo de salsa de soja y productos afines. Se estimó que los consumidores de alto nivel (percentil 95) tenían ingestiones de 0,043 µg/kg de pc/día. Se llevó a cabo una segunda evaluación de la exposición fijando el nivel de 3-MCPD en la salsa de soja y los productos afines en 1.0 mg/kg; comprobando que la ingestión de alto nivel resultante era de 0,32 µg/kg de pc/día, que equivale al 16% de la IDMTP.

64. El Consejo Internacional de Proteínas Hidrolizadas (IHPC) presentó una evaluación de la exposición dietética para información de los debates en la 37ª reunión del CCFAC⁷⁸. La evaluación de IHPC está basada en la evaluación de 2001 del JECFA²⁹. Utilizando datos del consumo japonés para la salsa de soja, IHPC estimó que para los niveles de 0,4 mg/kg de 3-MCPD en salsa de soja y PVH-ácido, los consumidores japoneses podían esperar ingestiones de 26 µg/día para consumidores de alto nivel (percentil estimado de 90). Esta ingestión es equivalente a 0,4 µg/kg de pc/día para un adulto de 60 kg, que representa el 20% de la IDMTP. Debe observarse que esta estimación sólo representa el consumo de salsa de soja y alimentos salados elaborados con PVH-ácido. Por supuesto habrá ingestión adicional de 3-MCPD de otras fuentes dietéticas.

65. La Asociación Internacional de Industrias de Caldos y Potajes (AIIBP) y la Federación de Asociaciones de la Industria de Caldos y Potajes de la CEE (FAIBP) ofrecieron también evaluaciones de la exposición dietética para información de los debates en la 37ª reunión del CCFAC⁷⁹. Se presentó una evaluación rudimentaria de la exposición dietética, utilizando varias suposiciones estrictas. Los datos de consumo se estimaron suponiendo que el 10% de la población europea consume el volumen de PVH-ácido producido en Europa. Esta suposición dio lugar a una estimación de una ingestión diaria de PVH-ácido de 2,17 g/día. Seguidamente se estimaron ingestiones de 3-MCPD para distintos niveles máximos de 3-MCPD en PVH-ácido. Para un nivel máximo de 1,0 mg/kg se estimó que los consumidores adultos eran expuestos a 0,031 µg/kg de pc/día (para un adulto de 70Kg), mientras que para los niños se estimó que eran expuestos a 0,054 µg/kg de pc/día (para un niño de 40 Kg). Las dos estimaciones son muy inferiores a la IDMTP. Cabe observar nuevamente que esta estimación no tiene en cuenta otras fuentes de 3-MCPD.⁷⁹

66. La Administración de Alimentación y Veterinaria de Singapur realizó una evaluación de la exposición a 3-MCPD utilizando datos de la presencia recopilados durante un programa de supervisión nacional que duró desde enero de 2000 hasta abril de 2002.⁷⁴ Los datos de consumo para salsa de soja y de ostras se obtuvieron del Estudio de Nutrición Nacional de Singapur (1998) . Se comprobó que los consumidores adultos de alto nivel (percentil 95) tenían ingestiones de 0,15 µg/kg de pc/día (equivalente a 7,4 % de la IDMTP) para una concentración media de 3-MCPD en la salsa de soja y de ostras de 0,45 mg/kg. Se calculó también una estimación de la exposición dietética para un nivel máximo de 3-MCPD en la salsa de soja y de ostras de 0,02 mg/kg (el límite nacional actual de Singapur para 3-MCPD en la salsa de soja). La ingestión resultante de los consumidores adultos de alto nivel se estimó en 0,66 µg/kg de pc/día, que equivale al 0,3 % de la IDMTP⁷⁴. Cabe observar nuevamente que estas estimaciones no tienen en cuenta otras fuentes de 3-MCPD.

67. La Agencia de Normas Alimentarias del Reino Unido ha realizado una evaluación detallada de la exposición para 3-MCPD utilizando datos de la presencia tomados de la tarea 3.2.9. SCOOP y otros países de la UE, así como estableciendo niveles diferentes de 3-MCPD en la PVH-ácido y salsa de soja para apreciar el impacto de los niveles máximos propuestos. Se tomaron datos del consumo de los Estudios Nacionales de Nutrición y Dieta del Reino Unido para adultos, niños pequeños y niños en edad escolar, y se combinaron con datos de la presencia *mediante* la utilización de un modelo determinista. Se estimaron exposiciones dietéticas del consumidor para la dieta total, incluidas las fuentes de 3-MCPD generadas térmicamente, productos procesados que contienen PVH-ácido, así como salsa de soja y otras salsas. Utilizando niveles medios de la presencia para 3-MCPD, se estimaron estimaciones de la exposición dietética de 0,4 y 0,7 µg/kg de pc/día para adultos consumidores de alto nivel (percentil 97,5) y niños pequeños (de 0 a 4 años de edad), respectivamente. Se investigó también un número de escenarios diferentes para los siguientes niveles máximos posibles de 3-MCPD: 0,02, 0,1, 0,2, 0,3 y 0,4 mg/kg. Las exposiciones dietéticas de los consumidores cuando el nivel de 3-MCPD en PVH-ácido se fijó en 0,02 mg/kg se estimaron en 0,1 y 0,2 µg/kg de pc/día para adultos y niños pequeños consumidores de alto nivel, respectivamente. Se comprobó que a un nivel máximo de 0,02 mg/kg la contribución más elevada a la exposición dietética de 3-MCPD era el consumo de pan. Situando el nivel de 3-MCPD en PVH-ácido en 0,04 mg/kg se estimaron exposiciones dietéticas de 0,4 y 0,5 µg/kg de pc/día para adultos y niños pequeños consumidores de alto nivel, respectivamente, que son exposiciones equivalentes al 65% y el 72% de la IDMTP. Se comprobó que a un nivel máximo de 0,4 mg/kg, el contribuidor más elevado a la exposición dietética para adultos eran los fideos instantáneos en el caso de los adultos y la salsa de soja en el caso de los niños (ambos productos contienen PVH-ácido). Las evaluaciones de la exposición del Reino Unido muestran que para los niveles de 3-MCPD en PVH-ácido y salsa de soja inferiores a 0,3 mg/kg, el consumo de pan y panecillos se convierte en la fuente principal dietética de 3-MCPD. En esta situación, la ingestión de 3-MCPD es atribuible al consumo de alto nivel de un producto que generalmente tiene un bajo nivel de contaminación.

68. En su 67ª reunión, el JECFA examinó datos recientes de la presencia de una variedad de fuentes y pudo calcular un nivel medio de aproximadamente 8 mg/kg para 3-MCPD en la salsa de soja y productos afines. El JECFA observó que la distribución de niveles de 3-MCPD en salsa de soja contiene una serie de muestras muy contaminadas, por lo que el consumo regular de una marca o tipo de producto específico podría dar lugar a ingestiones de 3-MCPD superiores a la IDMTP. Se examinaron estimaciones de la exposición de varios países. Estas estimaciones oscilaban entre 0,06 y 2,3 µg/kg de pc/día para consumidores de alto nivel (percentil 95). El Comité concluyó que para el consumo de la dieta total, podía considerarse que una ingestión de 0,7 µg/kg de pc/día representa la ingestión por término medio para la población general, mientras que una ingestión de 2,3 µg/kg de pc/día podía considerarse que representa a los consumidores de alto nivel. Si estas estimaciones se expresan como un porcentaje de la IDMTP, las ingestiones estimadas oscilan entre 3 y 85 % para adultos consumidores de alto nivel y hasta 115 % para niños consumidores de alto nivel. El Comité concluyó declarando que debía hacerse lo posible para reducir la ingestión de 3-MCPD a través del consumo de salsa de soja y productos afines.

69. Las estimaciones de la exposición dietética expuestas y los resultados de la 67ª reunión del JECFA indican claramente que se necesita un nivel máximo para 3-MCPD en PVH-ácido y salsa de soja. No obstante, todo nivel a imponer debe tomar en consideración la ingestión dietética de todas las fuentes de la dieta, lo cual no es el caso de muchas de las estimaciones de las exposiciones aquí descritas. Tal nivel máximo debe ser también proporcionado: debería tomarse en consideración la evaluación reciente realizada por el JECFA, en que indica que 3-MCPD no es genotóxico. Puede ser difícil técnicamente y costoso producir PVH-ácido con bajos niveles de 3-MCPD, sobre todo para fabricantes medianos y pequeños pero desde la introducción de límites normativos para PVH-ácido y salsa de soja, las estrategias de mitigación adoptadas por la industria tanto europea como internacional han dado lugar a una reducción de los niveles de 3-MCPD en algunos alimentos. Todo nivel máximo que se establezca para 3-MCPD en PVH-ácido y salsa de soja debe garantizar la protección de la salud humana tomando en cuenta la viabilidad económica de llevar a cabo medidas de control muy estrictas.

Una norma del Codex para la salsa de soja

70. El 28º período de sesiones de la Comisión del Codex Alimentarius reconoció que no existía un consenso para proseguir la labor para una Norma del Codex para Salsa de Soja. La Comisión observó que el ámbito de aplicación y la definición del producto eran muy discrepantes a lo largo de las legislaciones nacionales, que en la actualidad no había grandes riesgos para la salud asociados a este producto y que las cuestiones de inocuidad podían abordarse o se abordaban ya en los comités horizontales pertinentes.⁸³

71. La Comisión ratificó la recomendación del Comité Ejecutivo⁸⁸ de suspender el trabajo sobre la salsa de soja en el Codex, en el entendimiento de que tal decisión no impediría que la Comisión revisara este asunto en el futuro y reconsiderara la susceptibilidad del producto para ser sometido a normalización, observando que la protección de los consumidores de las prácticas fraudulentas debía ser uno de los factores a tomar en consideración al reevaluar la necesidad de normalizar este producto⁸³.

RECOMENDACIONES

72. Debe realizarse más trabajo sobre la formación de 3-MCPD de sus ésteres. También debería investigarse la importancia toxicológica de estos ésteres.

REFERENCIAS

1. Velíšek J., Davídek J., Kubelka V., Janíček G., Svobodová Z., Šimicová Z (1980). New Chlorine Containing Organic Compounds in Protein Hydrolysates. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry*, 28, 1142-1144.
2. Velíšek, J., Davídek, J., Hajslova, J., Kubelka, V., Janíček, G., Mankova, B (1978) Chlorohydrins in protein hydrolysates. *Z Lebensm Unters Forsch.*,167(4):241-4.
3. Directiva de la Comisión 2002/72/CE, relativa a los materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con productos alimenticios. 6 de agosto de 2002
<http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001R0466:EN:HTML>
4. Collier, P.D., Cromie, D.D.O. y Davies, A.P. (1991) Mechanism of formation of chloropropanols present in protein hydrolysates. *Journal of the American Oil Chemists Society*, Vol 68, No 10.
5. Brereton, P., Crews, C., Hasnip, S., Reece, P., Velisek, J., Dolezal, M., Hamlet, C., Sadd, P., Baxter, D., Slaiding, I. y Muller. R. (2005) The Origin and Formation of 3-MCPD in Foods and Food Ingredients. Food Standards Agency (UK).
6. Hamlet, C.G., Baxter, D., Sadd, P.A., Slaiding, I., Liang, L., Muller, R., Jayaratne, S.M., Booer, C. (2005) Exploiting process factors to reduce acrylamide in cereal-based foods. Food Standards Agency (UK).
7. Crews, C., Brereton, P. y Davies, A., 2001, Effect of domestic cooking on the levels of 3-monochloropropane-1,2-diol in food. *Food Additives and Contaminants*, 18 (4) 271-280.
8. Cloropropanoles en los alimentos – Un análisis del riesgo para la salud pública. Serie de Informes Técnicos No 15, Normas Alimentarias, Australia y Nueva Zelanda, Octubre de 2003.
www.foodstandards.gov.au/mediareleasespublications/technicalreportserie1338.cfm
9. JFSSG (1999). Estudio de 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) en proteína vegetal hidrolizada mediante ácido. *Food Surveillance Information Sheet No. 181*.
<http://archive.food.gov.uk/maff/archive/food/infsheet/1999/no181/181mcpd.htm>
10. Agencia de Normalización Alimentaria (2001). Estudio de 3-Monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) en Ingredientes Alimenticios. *Food Surveillance Information Sheet No. 11/01*.
www.food.gov.uk/science/surveillance/fsis-2001/3-mcpding
11. Agencia de Normalización Alimentaria (2001). Estudio de 3-Monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) en alimentos seleccionados. *Food Surveillance Information Sheet No. 12/01*.
www.food.gov.uk/science/surveillance/fsis-2001/3-mcpdsel
12. JFSSG (1999). Estudio de 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) en salsa de soja y productos afines. *Food Surveillance Information Sheet No. 187*.
<http://archive.food.gov.uk/maff/archive/food/infsheet/1999/no187/187soy.htm>
13. Crews, C., LeBrun G., Hough, P., Harvey, D. y Brereton, P. Chlorinated propanols and levulinic acid in soy sauces. *Czech Journal of Food Sciences*, 2000, Vol 18, 276-277
14. Agencia de Normalización Alimentaria (2001). Estudio de 3-Monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) en salsa de soja y productos afines. *Food Surveillance Information Sheet No. 14/01*
www.food.gov.uk/science/surveillance/fsis-2001/3-mcpdsoy
15. Agencia de Normalización Alimentaria (2002). Estudio de 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) en salsa de soja y productos afines de establecimientos de catering.
www.food.gov.uk/news/newsarchive/2002/aug/soy_sauce
16. Agencia de Normalización Alimentaria (2002). Estudio de 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) y 1,3-dicloropropanol (1,3-DCP) en salsa de soja y productos afines.
www.food.gov.uk/news/newsarchive/2002/dec/soy
17. Agencia de Normalización Alimentaria (2001). Estudio de 1,3-dicloropropanol (1,3-DCP) en salsa de soja y productos afines. *Food Surveillance Information Sheet No. 15/01*
www.food.gov.uk/science/surveillance/fsis-2001/13dcpsoy

18. Brereton, P *et al.* (2001). Determination of 3-Chloro-1,2-Propanediol in foods and food ingredients by gas chromatography with mass spectrometric detection: collaborative study. *Journal of AOAC International*. **84** (2), 455-465.
19. Kluwe, W.M., Gupta, B.N., Lamb, J.C. IV. (1983). The comparative effects of 1,2-dibromo-3-chloropropane (DBCP) and its metabolites, 3-chloro-1,2-propanoepoxide (epichlorohydrin), 3-chloro-1,2-propanediol (alpha-chlorohydrin), and oxalic acid, on the urogenital system of male rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 70, 67-86
20. Cooper, E.R.A., Jackson, H. (1973). Chemically induced sperm retention cysts in the rat. *J. Reprod. Fertil.* 34, 445-449; Coppola, J.A., 1969: An extragonadal male antifertility agent. *Life Sci.*, 8, 43-48
21. Katoh, T., Haratake, J., Nakano, S., Kikuchi, M., Yoshikawa, M., Arashidani, K. (1998). Dose-dependent effects of dichloropropanol on liver histology and lipid peroxidation in rats. *Ind. Health*, 36, 318-23
22. Howe, J. (2002). 1,3-Dichloropropan-2-ol (1,3-DCP): Induction of micronuclei in the bone marrow of treated rats; and Beevers, C. 2003. 1,3-Dichloropropan-2-ol (1,3-DCP): Induction of unscheduled DNA synthesis in rat liver using an in vivo/in vitro procedure. FSA final report no T01024
23. Tritscher, A. M. (2004) Human Health Risk Assessment of Processing-related Compounds in Food. *Toxicology Letters*. **149**, 177-186.
24. Comité sobre Carcinogenia de Sustancias Químicas en los Alimentos, Productos para Consumidores y el Medio Ambiente (junio de 2004). Declaración sobre carcinogenia de 1,3-dicloropropano-2-ol (1,3-DCP) y 2,3-dicloropropano-1-ol (2,3-DCP) www.advisorybodies.doh.gov.uk/coc/1,3-2,3dcp04.htm
25. Comité sobre Mutagenia de las Sustancias Químicas en los Alimentos, Productos para Consumidores y el Medio Ambiente (mayo de 2004). Declaración sobre mutagenia de 2,3-Dicloropropano-1-ol (2,3-DCP) www.advisorybodies.doh.gov.uk/com/2,3dcp04.htm
26. Calta, P., Velíšek, J., Doležal, M., Hasnip, S., Crews, C., Réblová Z. (2004). Formation of 3-chloropropane-1,2-diol in systems simulating processed food. *Eur. Food Res. Technol.* 218, 502-506.
27. Aasling, M. D., Martens, M., Poll, L., Nielsen, P. M., Flyge, H., Larsen, L. M. (1998). Chemical and Sensory Characterization of Hydrolyzed Vegetable Protein, A Savory Flavoring. *J. Agric. Food Chem.* 46, 481-489.
28. Comité Científico de Alimentos (2001). Opinión del Comité Científico de Alimentos sobre 3-monocloropropano -1,2-diol (3-MCPD) europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out91_en.pdf
29. Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), evaluación de determinados aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos (Informe 55 del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios). Serie de Informes Técnicos de la OMS, N°. 909, 2002. www.who.int/ipcs/publications/jecfa/en/
30. Breitling-Utzmann, C. M., Hrenn, H., Haase, N. U., Unbehend, G. M. (2005). Influence of dough ingredients on 3-chloropropane-1,2-diol (3-MCPD) formation in toast. *Food Additives and Contaminants*. 22(2), 97-103.
31. Hamlet, C. G. y Sadd, P. A. (2005). Effects of yeast stress and pH on 3-monochloropropanediol (3-MCPD)-producing reactions in model dough systems. *Food Additives and Contaminants*. 22(7), 616-623
32. Aditivos Alimentarios 48, OMS. Evaluación de la Inocuidad de Determinados Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v48je01.htm
33. Australia y Nueva Zelanda, comunicado conjunto de las Autoridades alimentarias (24 de octubre de 2001) www.health.gov.au/internet/wcms/publishing.nsf/Content/foodsecretariat-communicues-01_24oct.htm
34. Agencia de Inspección Alimentaria de Canadá, comunicado oficial a asociaciones/importadores/fabricantes, 9 de diciembre de 1999, www.inspection.gc.ca/english/corpaffr/newcom/1999/19991214noticee.shtml. Canadian Food Inspection Agency March 24th 2000, www.inspection.gc.ca/english/fssa/invenq/inform/20000324e.shtml

35. Sunahara, G., Perrin, I., y Marchessine, M. 1993. Carcinogenicity study on 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) administered in drinking water to Fischer 344 rats. Report RE-SR93003 submitted to WHO by Nestec Ltd., Research and Development, Lausanne, Switzerland.
36. Hamlet, C.G., Sadd, P.A., Crews, C., Velisek, J. and Baxter, D.E. (2002) Occurrence of 3-chloropropane-1,2-diol (3-MCDP) and related compounds in foods: a review. *Food Additives and Contaminants*. **19**(7), 619-631.
37. Regulación de la Comisión (CE) No 466/2001 por la que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los alimentos. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*. 8 de marzo de 2001. http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/mcpd_en.htm
38. Primer Suplemento del Codex sobre Sustancias Químicas en los Alimentos: Cuarta Edición. *Comité del Codex sobre Sustancias Químicas en los Alimentos, Instituto de Medicina de las Academias Nacionales*. (1996) <http://www.iom.edu/report.asp?id=4590>
39. Organización Mundial del Comercio, Comité sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias, notificación de medidas de emergencia (26 de julio de 2001) (G/SPS/N/MYS/10)
40. MAFF (1999). Los efectos del cocinado sobre el nivel de 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) en los alimentos. Informe de CSL FD 98/60.
41. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Elaboradas, 22ª Reunión, Anteproyecto de Norma del Codex para Salsa de Soja. Octubre de 2004, CX PFV 04/22/08 www.codexalimentarius.net/web/current.jsp?lang=en
42. Dirección General de Sanidad y Protección de los Consumidores de la Comisión Europea, informe de expertos que participan en la tarea 3.2.9. de Cooperación Científica 3.2.9. “Recopilación y cotejo de datos sobre niveles de 3-monocloropropanodiol (3-MCPD) y sustancias afines en los alimentos”, junio de 2004. http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/mcpd_en.htm
43. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Procesadas, informe de la 22ª reunión, 2004. ALINORM 05/28/27, www.codexalimentarius.net/web/reports.jsp?lang=en
44. Agencia de Normas Alimentarias del Reino Unido. Cloropropanoles en productos cárnicos, mayo de 2004 www.food.gov.uk/news/newsarchive/2004/may/chloropropanols
45. Organización Mundial del Comercio, Comité sobre Notificación Sanitaria y Fitosanitaria G/SPS/N/THA/88, 26 de marzo de 2002.
46. Organización Mundial del Comercio, Comité sobre Notificación Sanitaria y Fitosanitaria G/SPS/N/MYS/10, 26 de julio de 2001
47. Nyman, P.J., Diachenko, G.W. y Perfetti, G.A. (2003) Survey of chloropropanols in soy sauces and related products. *Food Additives and Contaminants*. **10**(20), 909-915.
48. ALINORM 06/29/12, párrafo 175, 176, 177
49. ALINORM 05/28/12, párrafo 189
50. ALINORM 05/28/12, párrafo 188
51. ALINORM 05/28/3a, párrafo 16
52. ALINORM 05/28/41, párrafos 103 y 104
53. ALINORM 05/28/3, párrafo 53
54. Silankova, L., Smid, F., Cerna, M., Davidek, J., Velisek, J., (1982) Mutagenicity of glycerol chlorohydrines and of their esters with higher fatty acids present in protein hydrolysate. *Mutation Research*, 103, 77-81
55. Stolzenberg, S.J., Hine, C.H., (1979) Mutagenicity of halogenated and oxygenated three-carbon compounds. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 5, 1149-1158
56. Stolzenberg, S.J., Hine, C.J., (1980) Mutagenicity of 2- and 3-carbon halogenated compounds in the Salmonella/mammalian-microsome test. *Environmental Mutagenesis*, 2, 59-66

57. Zeiger, E., Anderson, B., Haworth, S., Lawlor, T., Mortlesman, K., (1988) Salmonella mutagenicity tests: IV. Results from the testing of 300 chemicals. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 11 (S12), 1-158
58. Piasecki, A., Ruge, A., Marquardt, H., (1990) Malignant transformation of mouse M2-fibroblasts by glycerol chlorohydrines contained in protein hydrolysate and commercial food. *Arzneim-Forsch./Drug Research*, 40, 1054-1055
59. May, C., (1991) *In vitro* sister chromatid exchange assay in mammalian cells. Unpublished report No. 91/4 CM from Fraunhofer-Institute für Toxikologie und Aerosolforschung, Hanover, Germany
60. Rossi, A.M., Miglore, L., Lasialfari, D., Sbrana, I., Loprieno, N., Tororeto, M., Bidoli, F., Pantarotto, C., (1983) Genotoxicity, metabolism and blood kinetics of epichlorhydrin in mice. *Mutation Research*, 118, 213-226
61. Marshall, R.M., (2000) 3-MCPD: Induction of micronuclei in the bone-marrow of treated rats. Unpublished report No. 1863/2-D5140 from Covance Laboratories Report
62. Fellows, M., 2000, 3-MCPD: Measurement of unscheduled DNA synthesis in rat liver using an *in vitro/in vivo* procedure, Unpublished report No. 1863/1-D5140 from Covance Laboratories
63. Hamlet, C., Jayaratne, S., Morrison, C. (2005) Processing contaminants in bread from bread making machines. Food Standards Agency (UK).
64. Breitling-Utzmann, C. M., Hrenn, H., Haase, N. U., Unbehend, G. M. (2005). Influence of dough ingredients on 3-chloropropane-1,2-diol (3-MCPD) formation in toast. *Food Additives and Contaminants*. 22(2), 97-103.
65. Hamlet, C.G, Sadd, P.A., Gray, D. A., (2004a) Generation of monochloropropediols (MCPDs) in model dough systems.1. Leavened doughs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52:2059 – 2066.
66. Crews C, Hasnip S, Hamlet C, Sadd P, Baxter D, Slaiding I, Muller R, Velisek J, Dolezal M, (2005), The Origin and Formation of 3-MCPD in Foods and Food Ingredients, Food Standards Agency UK
67. IFST (2003) <http://www.ifst.org/hottop37.html>
68. Dolezal, M, Chaloupska, M et al Occurrence of 3-chloropropane-1,2-diol and its esters in coffee, *European Food Research Technology* (2005) 221, 221-225
69. Xiaomin, X. et al The simultaneous separation and determination of chloropropanols in soy sauce and other flavourings with gas chromatography-mass spectrometry in negative chemical and electron impact ionisation modes. *Food Additives and Contaminants*, February 2006; 23 (2): 110-119
70. Davidek, J. et al Glycerol chlorohydrins and their esters as products of the hydrolysis of tripalmitin, tristearin and triolein with hydrochloric acid, *Z Lebensm,Unters. Forsch* 1980 171:14-17
71. Svejkovska, B. et al, Esters of 3-chloropropane-1,2-diol in foodstuffs, *Czech J. Food Science* 2004, 22 No.5: 190-196
72. Huang, M. et al Determination of 3-chloropropane-1,2-diol in Liquid Hydrolyzed Vegetable Proteins and Soy Sauce by Solid-Phase Microextraction and Gas Chromatography/Mass Spectrometry, *Anal. Sciences* 2005, 21: 1343-1347
73. 3-Monochloropropanediol (3-MCPD) en productos cárnicos ahumados – Oficina de Prueba Química y Veterinaria (CVUA) Stuttgart, 2006,
74. Kwok Onn Wong, Yock Hwa Cheong, Huay Leng Seah, 3-Monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in soy and oyster sauces: Occurrence and dietary intake assessment, *Food Control* 17 (2006) 408 – 413
75. Blanka Svejkovska, Marek Dolezal y Jan Valisek - Formation and Decomposition of 3-chloropropane-1,2-diol esters in models simulating processed foods, *Czech J. Food Sci* 24 (2006) No.4 172- 179
76. Normas Alimentarias, Australia y Nueva Zelanda: *Cloropropanoles en los alimentos, un análisis del riesgo para la salud pública*. Serie de Informes Técnicos, N° 15 (2003)
77. Tailandia: Anteproyecto de nivel máximo de 3-MCPD en condimentos líquidos que contienen PVH: observaciones de Tailandia. (2005) Disponible en: <http://www.aseanfoodsafetynetwork.net/CodexIssueDetail.php?IId=94>

78. Consejo Internacional de Proteínas Hidrolizadas: observaciones recibidas en respuesta a la carta circular CL 2004/9-FAC. (2004) Disponible en: ftp://ftp.fao.org/codex/ccfac37/fa37_31e.pdf
79. Asociación Internacional de Industrias de Caldos y Potajes y Federación de Asociaciones de la Industria de Caldos y Potajes de la CEE: observaciones presentadas en respuesta a la carta circular CL 2004/9-FAC. (2004) Disponible en: ftp://ftp.fao.org/codex/ccfac37/fa37_31e.pdf
80. Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios, 67ª reunión, Roma, 20-29 de junio de 2006, Resumen y Conclusiones publicadas el 7 de julio de 2006. (Andy Grimes comment)
81. Agencia de Inspección Alimentaria Canadiense, 2004-2005. Estudio de salsas de soja importadas en cuanto a 3-MCPD y 1,3-DCP, (fechas no publicadas)
82. CX/FAC 06/38/32 – Add. 1, abril de 2006
83. ALINORM 05/28/41, párrafos 103,104
84. COM/01/S2: Declaración sobre la mutagenia de 1,3-Dicloropropano-2-ol (1,3-DCP) y 2,3-Dicloropropano-1-ol (2,3-DCP), COT/COC/COM 2001 informe anual, páginas 111-114
85. COM/04/S1: Declaración sobre la mutagenia de 2,3-Dicloropropano-1-ol, COT/COC/COM 2004, informe anual, páginas 148-151
86. US EPA IRIS (No. 0465): <http://www.epa.gov/iris/subst/0465.htm>
87. Omura M, Hirata M, Zhao M, Tanaka A, Inoue N. Comparative testicular toxicities of two isomers of dichloropropanol, 2,3-dichloro-1-propanol, and 1,3-dichloro-2-propanol, and their metabolites alpha-chlorohydrin and epichlorohydrin and the potent testicular toxicant 1,2-dibromo-3-chloropropane. Bull Environ Contam Toxicol . 1995;55:1–7
88. ALINORM 05/28/3A, párrafo 16