

# comisión del codex alimentarius



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES  
UNIDAS PARA LA AGRICULTURA  
Y LA ALIMENTACIÓN

ORGANIZACIÓN  
MUNDIAL  
DE LA SALUD



# S

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 11 del programa**

**CX/CF 07/1/14  
Enero de 2007**

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

**1ª reunión**

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

### **ANTEPROYECTO DE CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA LA REDUCCIÓN DE 3-MONOCLOROPROPANO-1,2-DIOL (3-MCPD) DURANTE LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNAS VEGETALES HIDROLIZADAS (PVH) MEDIANTE ÁCIDO Y PRODUCTOS QUE CONTIENEN ESAS PROTEÍNAS**

(N09-2005)

(En el trámite 3 del procedimiento de elaboración)

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 1 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](mailto: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](mailto:Codex@fao.org) ).

## **INFORMACIÓN GENERAL**

1. En su 38ª reunión el Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos acordó remitir el anteproyecto de código de prácticas que fue presentado en CX/FAC 06/38/31 al Trámite 2 para ser revisado por el grupo de trabajo por medios electrónicos, bajo la dirección del Reino Unido, distribuirlo, recabar observaciones en el Trámite 3 y someterlo a examen en el Trámite 4 en la primera reunión del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos.
2. El Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos está invitado a debatir el Anteproyecto de Código de Prácticas para la Reducción de 3-Monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) durante la Producción de Proteínas Vegetales Hidrolizadas (PVH) mediante Ácido y los Productos que Contienen esas Proteínas, que se presenta como Anexo a este documento. El Comité también está invitado a prestar atención al informe del grupo de trabajo por medios electrónicos (Párrs. 3 a 7 de este documento).

## INFORME DEL GRUPO DE TRABAJO

3. Tal como se convino en la 38ª reunión del Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos, el grupo de trabajo por medios electrónicos dirigido por el Reino Unido revisó el Anteproyecto de Código de Prácticas para la Reducción de Cloropropanoles en las Proteínas Vegetales Hidrolizadas (PVH) mediante Ácido y los Productos que Contienen esas Proteínas que fue presentado en un documento CX (CX/FAC 06/38/31). Australia, Canadá, China, la Comunidad Europea, Japón, República de Corea, Tailandia, los Estados Unidos y el Consejo Internacional sobre Proteínas Hidrolizadas (International Hydrolyzed Protein Council IHPC) participaron en el grupo de trabajo por medios electrónicos.

4. El Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos instó a las organizaciones profesionales y a los gobiernos a que presentaran datos adicionales sobre medidas para reducir la presencia de cloropropanoles en PVH-ácido producidas en condiciones industriales, teniendo especialmente en cuenta las medidas que fueran viables desde un punto de vista organoléptico.

5. Durante la revisión del anteproyecto de Código, el grupo de trabajo tomó en consideración las observaciones presentadas por escrito en la 38ª reunión del Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos y su debate, y el resultado de la evaluación del JECFA en su 67º período de sesiones. El grupo de trabajo también tomó en consideración la revisión del título para hacer referencia específicamente a 3-MCPD, debido a la presencia simultánea de 3-MCPD y otros cloropropanoles, y modificó su título tal como se presenta en el Anexo.

6. El grupo de trabajo por medios electrónicos consultó también a la industria para recopilar más información sobre la preparación de las materias primas, control de la hidrólisis ácida y métodos para la reducción de 3-MCPD en las PVH-ácido. Se buscó también más información sobre la fabricación de salsa de soja y productos de salsa de soja.

7. El proyecto de código de prácticas se distribuyó entre los miembros del grupo de trabajo por medios electrónicos para su consideración y reacción. Las observaciones del grupo de trabajo electrónico se tomaron en consideración al preparar el anteproyecto final de código de prácticas. Los resultados del grupo de trabajo por medios electrónicos se especifican en los subapartados siguientes y se reflejan en el anteproyecto de código de prácticas que se presenta en el ANEXO.

i) La salsa de soja y los productos de salsa de soja pueden dividirse en dos subgrupos: salsas de soja producidas por fermentación y los productos de la misma; y salsa de soja producida con PVH-ácido y los productos de la misma. La gama de condimentos a base de soja que es susceptible a la contaminación por cloropropanoles es amplia, e incluye la salsa de soja, salsa de soja oscura, salsa de soja light, salsa de soja de hongos, salsa de ostras, salsa de soja baja en sodio, salsa para sazonar, salsa de soja con sabor a camarón, salsa de soja espesa y salsa teriyaki. En varios estudios donde se investigaron los niveles de 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) en la salsa de soja y los productos afines a la salsa de soja se ha demostrado que las concentraciones presentes de 3-MCPD oscilan entre una gama de <0,001 – 1779 mg/kg.<sup>1,2,3,4,5,6</sup> De la reciente tarea de cooperación científica se desprende que los niveles de 3-monocloropropano-1,2-diol dentro de cada una de estas categorías varían ampliamente. Por ejemplo, en cada categoría en la que se analizaron más de diez muestras, una proporción importante de ellas no contenía cantidades detectables de 3-MCPD. Sin embargo, todas esas categorías contenían también algunas muestras con niveles de 3-MCPD que excedían el límite máximo de 0,02 mg/kg permitido en la Comunidad Europea. El hecho de que en la mayoría de las muestras no se detectara 3-MCPD, refleja claramente en qué medida los fabricantes de PVH-ácido y salsa de soja han puesto en práctica los procedimientos necesarios para reducir al mínimo la formación de 3-MCPD.

ii) Se obtuvo más información con respecto al paso de la hidrólisis ácida. Esto y ejemplos específicos de procesos que pueden emplearse en la producción comercial de PVH-ácido para reducir los niveles de 3-MCPD se especifican en el anteproyecto de código de prácticas.

iii) El anteproyecto de código de prácticas se está desarrollando como un medio para difundir las mejores prácticas con el fin de ayudar a los fabricantes, sobre todo de los países en desarrollo, a adoptar medidas para reducir los niveles de 3-MCPD en sus productos. Inicialmente la información del proyecto de Código proviene de la bibliografía y de búsquedas en Internet. Donde procede, se tomó información de solicitudes de patente con el fin de proporcionar detalles indicativos de los parámetros esenciales que se necesitan para producir PVH-ácido con bajos niveles de 3-MCPD. Debe observarse que la información en este proyecto de código de prácticas se refiere únicamente a las medidas que se ha demostrado que funcionan en la producción comercial de PVH-ácido y salsas de soja, y no se han incluido medidas (experimentales) de laboratorio para la reducción de 3-MCPD. El proyecto de Código de Prácticas se ha distribuido entre los miembros del grupo de trabajo y sus observaciones se han tenido en cuenta.

## ANEXO

**ANTEPROYECTO DE CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA LA REDUCCIÓN DE 3-MONOCLOPROPANO-1,2-DIOL (3-MCPD) DURANTE LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNAS VEGETALES HIDROLIZADAS CON ÁCIDO (PVH-ÁCIDO) Y PRODUCTOS QUE CONTIENEN PVH-ÁCIDO****INTRODUCCIÓN**

1. El objetivo de este Código de Prácticas es describir y difundir las mejores prácticas para la fabricación de PVH-ácido, salsa de soja y condimentos afines, en cuya producción se utiliza hidrólisis ácida, con el fin de facilitar la reducción de los niveles de 3-MCPD.
2. 3-Monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) es uno de los compuestos de una serie que se denomina como cloropropanoles. Estos compuestos son contaminantes que se forman durante el procesado y la fabricación de determinados alimentos e ingredientes. Originariamente se descubrieron<sup>7</sup> en la proteína vegetal hidrolizada con ácido (PVH-ácido) en la década de 1980. Investigación posterior en la década de 1990 reveló su presencia en salsas de soja fabricadas utilizando PVH-ácido como ingrediente.<sup>8</sup>
3. Las PVH-ácido se producen *a través de* la hidrólisis de varios materiales proteináceos vegetales y animales con ácido hidrocórico. Se utilizan ampliamente como acentuadores del aroma y como ingredientes en productos alimenticios sazonados y comidas precocinadas. Los niveles habituales en los alimentos oscilan entre 0,1 y 20 % aproximadamente.
4. La presencia de cloropropanoles en la PVH-ácido se desprende de su formación durante el paso de la hidrólisis por mediación del ácido hidrocórico del proceso de fabricación.<sup>9</sup> Durante esta fase hidrolítica el ácido reacciona también con los lípidos y fosfolípidos residuales presentes en la materia prima, dando lugar a la formación de cloropropanoles. Según la experiencia industrial la formación de cloropropanoles no puede evitarse mediante el uso de fuentes de proteínas desprovistas de grasas.
5. Además de la formación de cloropropanoles durante la fabricación de PVH-ácido para utilizar como ingrediente, también pueden formarse cloropropanoles en las salsas de soja y condimentos afines, en que el proceso de fabricación de la misma salsa incluye el tratamiento de ácido hidrocórico del grano de soja. Al igual que en la PVH-ácido, el modo de formación incluye también la hidrólisis ácida de lípidos y fosfolípidos residuales.
6. En la fabricación de salsa de soja se puede utilizar una serie de técnicas.<sup>10</sup> Generalmente, los productos elaborados exclusivamente mediante fermentación no contienen cloropropanoles o, si los contienen, se dan sólo en cantidades sumamente pequeñas. De hecho, de un reciente estudio japonés de 104 muestras de salsa de soja fermentada naturalmente se desprende que los niveles en 93 de las muestras eran inferiores al límite de cuantificación (0,004 mg/kg).<sup>11</sup> Son los productos que utilizan PVH-ácido como ingrediente, los que pueden contener cloropropanoles. Las salsas de soja y los productos relacionados que son sometidos a tratamiento con ácido durante la fabricación pueden contener también cloropropanoles.
7. Generalmente, 3-MCPD es el cloropropanol que mayor presencia tiene en los alimentos que contienen PVH-ácido. Está presente como una mezcla racémica de isómeros (*R*) y (*S*) en hidrosilatos<sup>12</sup> de proteínas. Otros cloropropanoles que pueden darse, aunque generalmente en cantidades más pequeñas, son 2-monocloropropano-1,3-diol (2-MCPD), 1,3-dicloro-2-propanol (1,3-DCP) y 2,3-dicloro-2-propanol (2,3-DCP).
8. La presencia de cloropropanoles en los alimentos es preocupante debido a sus propiedades toxicológicas. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) examinó los cloropropanoles en junio de 2001 y asignó una ingestión diaria tolerable máxima provisional (IDTMP) para los 3-MCPD de 2 µg/kg de pc/día.<sup>13</sup> El Comité evaluó de nuevo<sup>14</sup> los cloropropanoles en junio de 2006 y decidió mantener la IDTMP establecida previamente. Al evaluar los 3-MCPD, el Comité comentó que la reducción en la concentración de 3-MCPD en la salsa de soja y productos afines elaborados con PVH-ácido podía disminuir considerablemente la ingestión de este contaminante por los consumidores de estos condimentos.

9. Cabe señalar que para amoldarse a los gustos regionales específicos, los distintos mercados regionales pueden necesitar productos con propiedades organolépticas diferentes. Los métodos individuales y sus combinaciones, que se esbozan posteriormente en este documento, para reducir al mínimo los niveles de 3-MCPD tendrán efectos diferentes sobre las propiedades organolépticas del producto final y como tal, los fabricantes deben tomar en consideración esos efectos al elegir la estrategia para reducir al mínimo la formación de 3-MCPD. Algunos fabricantes de PVH-ácido han manifestado que aunque técnicamente es posible reducir el 3-MCPD a niveles por debajo de 0,1 mg/kg, las cualidades organolépticas de tales productos se ven afectadas adversamente.<sup>15</sup> Algunos productores de salsas de soja que contienen PVH-ácido manifestaron que el aroma y el sabor (umami) reflejan directamente la calidad de la PVH-ácido. Esto es especialmente cierto en productos de PVH-ácido madurados.

10. Los fabricantes han puesto en práctica medidas para reducir los niveles de cloropropanoles en las PVH-ácido y productos afines (en la siguiente sección se da más información de los procedimientos generales utilizados para fabricar PVH-ácido con niveles bajos de cloropropanoles). Muchos fabricantes de Europa occidental reformularon sus productos a principios de la década de 1990 para poder reducir al mínimo los efectos de los cambios en las cualidades organolépticas experimentados al utilizar los métodos de fabricación mejorados. Otros fabricantes modificaron los procesos de producción para obtener productos con niveles más bajos de cloropropanoles y reducir al mínimo el efecto sobre las cualidades organolépticas. Cabe observar que la implementación de procedimientos de fabricación para reducir el 3-MCPD en la PVH-ácido a bajos niveles puede ser difícil técnicamente y muy costosa, necesitando en muchas ocasiones nuevo equipo. La reformulación de las recetas para los alimentos procesados elaborados utilizando PVH-ácido también puede ser necesaria.

11. Los cloropropanoles se han detectado también en otros alimentos que no son sometidos a hidrólisis ácida durante la fabricación. Entre dichos productos se encuentran la fruta y hortalizas elaboradas, productos a base de cereales y de panadería, carnes procesadas, pescado ahumado y cerveza.<sup>1,16,17</sup> También se han observado cloropropanoles en ingredientes de alimentos en los que se utilizan métodos que no incluyen hidrólisis ácida de proteínas vegetales; entre los ejemplos de tales productos figuran extractos de carne, maltas, almidones modificados y condimentos. Estudios recientes<sup>18</sup> han demostrado que la producción de cloropropanoles en estos alimentos e ingredientes se ve fomentada por altas temperaturas y el bajo contenido de agua. El Código de Prácticas no incluye la fabricación de estos productos.

## **PRÁCTICAS RECOMENDADAS BASADAS EN LAS BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN (BPF)**

### **PVH-ácido**

12. El proceso de fabricación para las PVH-ácido varía dependiendo de las cualidades organolépticas que se deseen del producto final. La fuente de la materia prima, molaridad del ácido, temperatura de la reacción, duración de la reacción y otros factores pueden afectar en las cualidades organolépticas del producto final. Puede darse una descripción generalizada del proceso de fabricación de PVH-ácido. Las materias primas vegetales que se utilizan normalmente en la producción de PVH-ácido son semillas<sup>19,20</sup> de aceite desprovistas de grasa (soja y cacahuete (maní)), y proteínas de maíz, trigo, caseína, levadura y arroz.<sup>19,20,21,22,23,24</sup> Estas materias primas se hidrolizan con ácido hidroclicórico desde menos de 4 M hasta 9 M, a una temperatura entre 70 °C y 135 °C durante un lapso de tiempo de hasta 8 horas, aunque se han comunicado lapsos de tiempo de hasta 20 y 30 horas, a presiones que normalmente son mayores que la presión atmosférica. Después de enfriarse, el hidrolizado se neutraliza o bien con carbonato sódico o hidróxido de sodio hasta un pH de 5 a 9 a una temperatura entre 90 y 100 °C durante 90 y 180 minutos, y seguidamente se añade ácido hidroclicórico a la mezcla para fijar el pH entre 4,8 y 5,2. El hidrolizado se filtra para suprimir la fracción de hidrato de carbono insoluble (humina) y después se blanquea o se refina. Se puede utilizar tratamiento con carbón activado para eliminar los componentes de sabor y color, según la especificación requerida. Tras el filtrado posterior, la PVH-ácido puede fortificarse, dependiendo de la aplicación, con componentes aromatizantes adicionales. Después el producto puede guardarse como líquido al 30–40 % de sustancia seca (que corresponde al 2–3 % del total de nitrógeno), o alternativamente se puede formar el vacío, deshidratarse por atomización o someterlo al vapor y guardarlo como sólido (97–98 % de materia seca).

### Métodos que pueden emplearse para reducir los niveles de 3-MCPD en la PVH-ácido

13. Para minimizar la concentración de 3-MCPD en el producto final se pueden seguir tres métodos principalmente. El primero de ellos consiste en controlar detenidamente el paso de la hidrólisis ácida; el segundo en la neutralización posterior para reducir al mínimo la formación de 3-MCPD; y el tercero emplea la utilización de ácido sulfúrico como sustituto para el ácido hidrocórico en el paso de la hidrólisis. Estos métodos pueden reducir los niveles de 3-MCPD en las PVH-ácido.

14. Los fabricantes deberían considerar las tres opciones y decidir cuál de ellas es la más apropiada para su método de producción de PVH-ácido. Los tres métodos se describen en los párrafos siguientes, dando ejemplos específicos. Estos métodos se basan en una cantidad limitada de información que es de dominio público; por eso no ha sido posible ofrecer una relación completa de cómo fabricar PVH-ácido baja en 3-MCPD. La información que aparece a continuación es un consejo general que puede ser necesario modificar para adaptarlo a las necesidades individuales de los fabricantes. Se agradecería en gran medida cualquier información adicional sobre la producción de PVH-ácido baja en 3-MCPD.

15. Con respecto a la primera estrategia, la temperatura y el tiempo de calentamiento del paso de hidrólisis ácida deben controlarse simultáneamente, y debe prestarse atención detenida a las condiciones de reacción y el paso siguiente de neutralización. Normalmente,<sup>16,21,25</sup> al inicio la reacción de hidrólisis se lleva a cabo a una temperatura entre 60 y 95 °C. Después la temperatura de la reacción se incrementa a un ritmo de 0,01 – 0,3 °C/min hasta obtener una temperatura de 110 °C. Una vez se ha alcanzado esta temperatura máxima, debe mantenerse durante 2 horas y seguidamente enfriar, neutralizar y filtrar el hidrolizado resultante. Se ha demostrado que el control detenido del paso de hidrólisis ácida reduce los niveles de 3-MCPD en el hidrolizado por debajo de 10 mg/kg.<sup>21</sup>

16. El 3-MCPD que se forma durante el paso de hidrólisis ácida puede suprimirse mediante un tratamiento alcalino secundario.<sup>23,24,21,25,26,27</sup> En esencia, este tratamiento alcalino es una extensión del proceso de neutralización que sigue a la hidrólisis ácida del material inicial; produce degradación de los cloropropanoles presentes en el hidrolizado. El tratamiento alcalino se puede realizar antes o después de la filtración del hidrolizado, pero es preferible que se realice antes de la filtración porque así el residuo estará también libre de 3-MCPD. La proteína hidrolizada se trata con álcali aceptable como alimento, como hidróxido potásico, hidróxido sódico, hidróxido de amonio o carbonato sódico para aumentar el pH a 9 – 13. Después esta mezcla se calienta entre 110 y 140 °C durante un lapso de tiempo de 5 minutos. Generalmente, los tratamientos alcalinos a un pH y temperatura más altos necesitan tiempos de procesamiento más cortos. Después del enfriamiento, el pH del hidrolizado resultante debería ser alcalino (idealmente un pH superior a 8 a 25 °C); si el pH es más bajo, lo más probable es que el tratamiento no haya sido efectivo y se deben adoptar medidas de corrección. Después del tratamiento alcalino, el pH de la proteína hidrolizada se rectifica hasta un pH de 5,0 – 5,5 utilizando un ácido apropiado (p.ej. ácido hidrocórico) a una temperatura de 10 – 50 °C. Ahora el hidrolizado puede filtrarse para suprimir cualquier residuo insoluble y obtener el producto final. Se ha demostrado que la utilización de un tratamiento alcalino al fabricar PVH-ácido da un producto final con niveles de 3-MCPD inferiores a 0,01 mg/kg.<sup>23</sup> Cabe observar que un tratamiento alcalino riguroso reduce las propiedades organolépticas de los productos finales; por ello se aconseja iniciar el tratamiento alcalino con un hidrolizado con bajos niveles de 3-MCPD, que puede obtenerse mediante el control detenido del paso de hidrólisis ácida. Por supuesto es importante prestar atención a la posible recontaminación si se utiliza hidrólisis alcalina secundaria para reducir más el contenido de 3-MCPD de la PVH-ácido elaborada mediante el control detenido del paso de hidrólisis ácida. El hidrolizado tratado con álcali (con bajos niveles de 3-MCPD) debe mantenerse alejado del equipo (p.ej. recipientes y tubos de reacción, bombas y prensas filtradoras) que se utiliza cuando se lleva a cabo el paso inicial de hidrólisis ácida.

17. Se puede fabricar PVH-ácido utilizando ácido sulfúrico, eliminando por tanto la presencia de iones de cloro que dan lugar a la formación de 3-MCPD.<sup>28</sup> El grano de soja y el ácido sulfúrico se mezclan durante 8 horas a una presión de 10 psi. El hidrolizado resultante se neutraliza y el producto final es filtrado y lavado. Las propiedades organolépticas disminuidas de la PVH-ácido sulfúrico se mejoran mediante la combinación del producto final con aromatizantes, p.ej. glutamato monosódico, caramelo, inosinato disódico, guanilato disódico y ácido láctico.

**Salsas de soja y productos afines**

18. En la producción de salsas de soja<sup>29,30</sup> se utiliza una serie de procesos de fabricación diferentes y el método utilizado tendrá un impacto si el producto contiene 3-MCPD.

**Salsas de soja producidas por fermentación**

19. Las salsas de soja que se producen únicamente por fermentación contienen niveles no cuantificables o, en ocasiones muy esporádicas, muy bajos de 3-MCPD. La soja (entera o sin grasa) y otros granos de cereales como el trigo son los principales ingredientes utilizados para la soja fermentada de forma natural. Al inicio del proceso estas materias se cocinan previamente, se mezclan y se inoculan con *Aspergillus oryzae* y/o *Aspergillus sojae*. Después de la incubación durante 1 a 3 días, a 25 – 30°C, se añade agua salada y la mezcla es fermentada y madurada a una temperatura inferior a 40°C durante un período no inferior a 90 días. La salsa de soja fermentada a corto plazo se produce de forma similar salvo que el estadio de fermentación/madurado en agua salada se realiza a 40°C o más y el proceso se termina en 90 días.<sup>10,31,32</sup>

**Salsas de soja en cuya fabricación se utiliza un estadio de tratamiento ácido**

20. Alternativamente, las salsas de soja pueden fabricarse utilizando PVH-ácido y otros ingredientes como azúcares y sal<sup>30</sup>. Estos productos pueden contener 3-MCPD y las medidas para evitar su aparición se han descrito anteriormente para la PVH-ácido. La utilización de estos procesos dará lugar a productos con niveles bajos de 3-MCPD.

21. Otra técnica de fabricación implica el mezclado de las salsas de soja fermentadas con las derivadas de la PVH-ácido.<sup>30</sup> La fabricación de algunos productos implica la maduración después del mezclado. Tales productos (conocidos comúnmente como salsas de soja semiquímicas) pueden contener también 3-MCPD y anteriormente se han descrito las medidas adecuadas para minimizar su presencia en la PVH-ácido. En un reciente informe en que se resumen los resultados de un estudio internacional de 45 muestras de salsa de soja fabricada utilizando escasa PVH-ácido, las concentraciones medias, mínimas y máximas de 3-MCPD encontradas fueron 0,016, 0,004 y 0,036 mg/kg (en base a peso húmedo), respectivamente.<sup>33</sup>

## REFERENCIAS

1. Dirección General de Sanidad y Protección de los Consumidores de la Comisión Europea: *Informe de expertos que participan en la unidad de cooperación científica 3.2.9: Recopilación y comparación de datos sobre niveles de 3-monocloropropanediol (3-MCPD) y sustancias afines en los alimentos* (2004). Disponible en: [http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/mcpd\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/food/food/chemicalsafety/contaminants/mcpd_en.htm)
2. Normas Alimentarias Australia Nueva Zelanda: *Cloropropanoles en los alimentos, un análisis del riesgo para la salud pública*. Technical report series No. 15 (2003) Disponible en: [http://www.foodstandards.gov.au/\\_srcfiles/Chloropropanol%20Report%20\(no%20appendices\)-%2011%20Sep%2003b-2.pdf#search=%22.%20Food%20Standards%20Australia%20New%20Zealand%3A%20Chloropropanols%20in%20food%2C%20an%20analysis%20of%20the%20public%20health%20risk.%20%20Technical%20report%20series%20No.%2015%22](http://www.foodstandards.gov.au/_srcfiles/Chloropropanol%20Report%20(no%20appendices)-%2011%20Sep%2003b-2.pdf#search=%22.%20Food%20Standards%20Australia%20New%20Zealand%3A%20Chloropropanols%20in%20food%2C%20an%20analysis%20of%20the%20public%20health%20risk.%20%20Technical%20report%20series%20No.%2015%22)
3. Consejo Internacional de Proteínas Hidrolizadas: *Entrega a la secretaría del JECFA de datos y observaciones sobre los niveles de 3-MCPD en los productos de PVH-ácido y salsas de soja* (2005)
4. Ministerio de Agricultura y Cooperativas de Tailandia: *Entrega a la secretaría del JECFA del informe resumen sobre la evaluación del riesgo de 3-MCPD para Tailandia* (2006)
5. Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca de Japón: *Entrega a la secretaría del JECFA de datos de vigilancia sobre cloropropanoles* (2006)
6. Departamento de Alimentación e Higiene Medioambiental: *Entrega a la secretaría del JECFA de la presencia de datos para cloropropanoles en salsa de soja y productos afines* (2005)
7. J.Velíšek, J.Davídek, J.Hajšlová, V.Keblka, G.Janíček y B.Mánková: Chlorohydrins in protein hydrolysates. *Z.Lebensm.Unters.Forsch.*, 167, 241 - 244 (1978)
8. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Reino Unido: *Estudio de 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) en salsa de soja y productos afines*. Food Surveillance Information Sheet, No. 187 (1999) Disponible en: <http://archive.food.gov.uk/maff/archive/food/infsheet/1999/no187/187soy.htm>
9. P.D.Collier, D.D.O.Cromie y A.P.Davies: Mechanisms of formation of chloropropanols present in protein hydrolysates. *J.Am.Oil Chem.Soc.*, 68, 785 - 790 (1991)
10. C.Y.W.Ang, K.Liu y Y.-W.Huang: *Oriental Soyfoods in Asian Foods*. Technomic Publishing Company, Lancaster, Pennsylvania (1999)
11. Japón: *Observaciones recibidas en el trámite 3 en respuesta a la carta circular CL 2005/22-FAC*. CX/FAC 06/38/32-add.1 (2006) Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/codex/ccfac38/fa3832ae.pdf>
12. J.Velíšek, M.Doležal, C.Crews y T.Dvořák: Optical isomers of chloropropanediols: mechanisms of their formation and decomposition in protein hydrolysates. *Czech J.Food Sci.*, 20, 161 - 170 (2002)
13. Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA): *Evaluación de determinados aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos (informe del 57º período de sesiones del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios)*. WHO Technical Report Series, No. 909 (2002) Disponible en: [http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_909.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_909.pdf)
14. Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA): *Resumen y Conclusiones, 67º período de sesiones*. 2006)
15. Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA): *Evaluación de la inocuidad de determinados aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos*. WHO Food Additives Series, No. 48 (2003) Disponible en: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v48je01.htm>

16. C.Crews, P.Hough, P.Brereton, D.Harvey, R.MacArthur y W.Matthews: Survey of 3-monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in selected food groups, 1999–2000. *Food Addit.Contamin.*, 19, 22 - 27 (2002)
17. C.Hamlet, S.M.Jayarathne y W.Matthews: 3-Monochloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in food ingredients from UK food producers and ingredient suppliers. *Food Addit.Contamin.*, 19, 15 - 21 (2002)
18. P.Brereton, C.Crews, S.Hasnip, P.Reece, J.Velišek, M.Doležal, C.Hamlet, P.Saad, D.Baxter, I.Slaiding y R.Muller: *The origin of 3-MCPD in food and food ingredients*, Food Standards Agency, London (2005)
19. Nestec S.A.: Process for elimination of chlorohydrins from protein hydrolysates. US 5079019 (1992)
20. Nestle S.A.: Procédé de fabrication d'un condiment. EP 0226769 (1990)
21. Unilever N.V.: Process for preparing improved hydrolysed protein. EP 0361596 (1992)
22. Unilever Patent Holding B.V.: Process for preparing improved hydrolyzed protein. US 5401527 (1995)
23. Societe des Produits Nestle S.A.: Process for reducing hydrolysed protein chlorohydrin content. EP 0505800 (1995)
24. Societe des Produits Nestle S.A.: Production of hydrolysed proteins. EP 0363771 (1992)
25. Unilever N.V.: Process for preparing improved hydrolysed protein. EP 0361595B1 (1990)
26. Ajinomoto Co.Inc.: Production of hydrolyzate. JP 3419035 (2003)
27. Ajinomoto Co.Inc.: Improved method for hydrolyzing chlorohydrin in hydrochloric acid hydrolyzate of protein. JP 3550727 (2004)
28. Brown & Michaels, PC.: Hydrolyzed vegetable protein liquid compositions. US 20050025877 (2005)
29. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias: *Anteproyecto de Norma del Codex para la salsa de soja*. Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Procesadas, 22ª Reunión (2004)
30. D.Fukushima: Industrialisation of fermented soy sauce production centering around ese shoyu in *Industrialisation of Indigenous Fermented Foods*. Ed.: K.H.Steinkraus. Marcel Dekker, New York (2004)
31. Z.Berk: *Technology of production of edible flours and protein products from soybeans*. FAO Agricultural Services Bulletin, No. 97, FAO (1992)
32. M.Sasaki y N.Nunomur: Soy Sauce in *Encyclopedia of food science, food technology and nutrition*, Volume 3. Ed.: R.Macrae, R.K.Robinson, and M.J.Sadlers. Academic Press, London (1993)
33. Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca de Japón: Datos de vigilancia sobre cloropropanoles en salsas de soja que se elaboran con PVH-ácido con medidas apropiadas para reducir su concentración de 3-MCPD. (2005) Disponible en: [http://www.maff.go.jp/syohi\\_anzen/c\\_propanol/pdf/3mcpd\\_en.pdf](http://www.maff.go.jp/syohi_anzen/c_propanol/pdf/3mcpd_en.pdf)