

Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) en relación a la seguridad del uso de varias soluciones acuosas de peróxido de hidrógeno, ácido acético y ácido peracético como coadyuvantes tecnológicos para la desinfección bacteriana del agua de lavado de cítricos y pimientos en las plantas de procesado

Sección de Seguridad Alimentaria y Nutrición

Montaña Cámara Hurtado, María Pilar Conchello Moreno, Álvaro Daschner, Ramón Estruch Riba, Rosa María Giner Pons, María Elena González Fandos, Susana Guix Arnau, Ángeles Jos Gallego, Jordi Mañes Vinuesa, Olga Martín Bellosó, María Aránzazu Martínez Caballero, José Alfredo Martínez Hernández, Alfredo Palop Gómez, David Rodríguez Lázaro, Gaspar Ros Berrueto, Carmen Rubio Armendáriz, María José Ruiz Leal, Pau Talens Oliag, Jesús Ángel Santos Buelga, Josep Antoni Tur Marí

Secretario técnico

Vicente Calderón Pascual

Número de referencia: AECOSAN-2018-002

Documento aprobado por la Sección de Seguridad Alimentaria y Nutrición del Comité Científico en su sesión plenaria de 23 de mayo de 2018

Grupo de trabajo

Alfredo Palop Gómez (Coordinador)
María Elena González Fandos
Jordi Mañes Vinuesa
Carmen Rubio Armendáriz
Ricardo López Rodríguez (AECOSAN)

Resumen

La empresa Peroxychem Spain S.L.U. ha solicitado una evaluación de la seguridad del uso como coadyuvante tecnológico de tres soluciones acuosas de peróxido de hidrógeno, ácido acético y ácido peracético. Como estabilizante se incluye el ácido 1-hidroxietileno-1,1-difosfónico (HEDP).

El uso propuesto para los coadyuvantes tecnológicos es la desinfección bacteriana del agua utilizada para el lavado de cítricos y pimientos a su llegada a las plantas de procesado. Al desinfectar el agua utilizada para el lavado, ésta se puede aprovechar en el lavado consecutivo de las frutas y hortalizas a través de un sistema de recirculación manteniendo el agua de lavado en condiciones adecuadas y disminuyendo su consumo. La dosis de uso solicitada depende de la solución empleada, siendo inferior al 0,1 % en las tres soluciones, tanto en el lavado de cítricos como de pimientos.

El Comité Científico realizó en 2013 y 2016 sendas evaluaciones de productos de composición similar. Considerando el escenario más desfavorable de presencia de residuos y el consumo de cítricos y pimientos en Europa, se ha hecho una estimación de la ingesta diaria (IDE) de los posibles residuos así como una valoración del riesgo que pueden suponer para el consumidor mediante el cálculo del "margen de seguridad" (MOS).

El Comité Científico concluye que, basándose en la información facilitada por el solicitante y teniendo en cuenta la composición y condiciones de uso propuestas, el uso de las soluciones no implica riesgo para la salud del consumidor.

Palabras clave

Cítricos, pimientos, coadyuvante tecnológico, desinfección bacteriana.

Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Consumers Affairs, Food Safety and Nutrition (AECOSAN) on the safe use of various aqueous solutions of hydrogen peroxide, acetic acid and peracetic acid as processing aids for the bacterial disinfection of citrus fruit and pepper washing water at processing plants

Abstract

The company Peroxychem Spain S.L.U. has requested an assessment of the safe use of three aqueous solutions of hydrogen peroxide, acetic acid and peracetic acid as processing aids. 1-hydroxyethylidene-1,1-diphosphonic acid (HEDP) is included as a stabiliser.

The use proposed for the processing aids is the bacterial disinfection of water used for washing citrus fruit and peppers on their arrival at the processing plants. As the water used for washing is disinfected, it can be used in consecutive washes of the fruit and vegetables through a recirculation system, maintaining the washing water in acceptable condition and reducing water consumption. The quantity used depends on the solution used, and is less than 0.1 % in the three solutions, whether washing citrus fruits or peppers.

In 2013 and 2016, the Scientific Committee conducted assessments of similar products. Considering the worst-case scenario for the presence of residue and the consumption of citrus fruit and peppers in Europe, a tolerable daily intake (TDI) has been estimated for the possible residue together with a consumer risk assessment, by calculating the "Margin of Safety" (MOS).

The Scientific Committee concludes that, based on the information provided by the applicant and considering the composition and conditions of use proposed, the use of the solutions does not involve a health risk for the consumer.

Key words

Citrus fruit, peppers, processing aid, bacterial disinfection.

1. Introducción

La empresa PeroxyChem Spain S.L.U., ubicada en La Zaida (Zaragoza), ha solicitado una evaluación de la seguridad del uso de tres soluciones acuosas de peróxido de hidrógeno, ácido acético y ácido peracético como coadyuvantes tecnológicos en el proceso de desinfección bacteriana del agua utilizada para el lavado de cítricos y pimientos a su llegada a las plantas de procesado. Incluyen además como estabilizante el ácido 1-hidroxietileno-1,1-difosfónico (HEDP).

Las tres soluciones acuosas, denominadas VigorOx 5 F&V, VigorOx 15 F&V y VigorOx 10/15 F&V, se diferencian en las concentraciones de sus componentes activos y del estabilizante, obteniéndose en todos los casos la misma concentración final de ácido peracético en la solución de lavado (45 ppm). Las distintas presentaciones responden a motivos comerciales, para adecuar la composición a las normas de transporte y almacenamiento de los clientes.

Se trata de soluciones acuosas similares en cuanto a sus componentes activos a otra ya evaluada anteriormente por el Comité Científico de la AECOSAN (2013). Asimismo, una de las soluciones (VigorOx 15 F&V) tiene la misma concentración, en cuanto a sus componentes activos, que otra evaluada en 2016 (AECOSAN, 2016).

En cuanto a los usos autorizados en alimentación humana de sus componentes, el peróxido de hidrógeno se encuentra autorizado en España como desinfectante de agua destinada a consumo humano; el ácido acético es un aditivo alimentario (E 260) y el ácido peracético se encuentra autorizado como aditivo alimentario o coadyuvante tecnológico en países como Canadá o Australia. Respecto al estabilizante (HEDP), se encuentra autorizado en España como sustancia para el tratamiento de agua destinada al consumo humano.

Atendiendo a dicha solicitud, el Consejo de Dirección de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) ha solicitado a la Sección de Seguridad Alimentaria y Nutrición del Comité Científico que evalúe la seguridad del uso de las citadas soluciones acuosas de peróxido de hidrógeno, ácido acético y ácido peracético, como coadyuvantes tecnológicos en el proceso de desinfección bacteriana del agua utilizada para el lavado de cítricos y pimientos a su llegada a las plantas de procesado, teniendo en cuenta las "Líneas directrices de la documentación precisa para la evaluación de coadyuvantes tecnológicos que se pretenden emplear en la alimentación humana" (AECOSAN, 2010).

Dado que no se puede descartar la presencia de residuos detectables en el producto final tras el empleo de las soluciones acuosas, de acuerdo con los criterios establecidos en las citadas líneas directrices, el coadyuvante se clasifica dentro de una situación 4: sustancia autorizada en alimentación humana cuya IDA (Ingesta Diaria Admisible) no está establecida y cuyo empleo puede conducir a la presencia de residuos técnicamente inevitables. De acuerdo a esta situación, el solicitante del producto presenta información relativa a los siguientes aspectos:

- Datos administrativos y presentación general.
- Características físicoquímicas.
- Función tecnológica.
- Estudios de residuos: método analítico y validación del método.
- Estudios y datos relativos a la inocuidad (Nivel A).

- Estudio de consumo y evaluación del nivel anticipado de ingesta por el consumidor.

2. Datos administrativos y presentación general

2.1 Denominación comercial y composición

Los productos propuestos como coadyuvantes tecnológicos, con denominaciones comerciales VigorOx 5 F&V, VigorOx 15 F&V y VigorOx 15/10 F&V, son soluciones acuosas de peróxido de hidrógeno y ácido acético que se mantiene en equilibrio químico con ácido peracético y agua. Para mantener el citado equilibrio se utiliza como estabilizante el ácido 1-hidroxietileno-1,1-difosfónico (HEDP) con el fin de prevenir que los iones metálicos catalicen la descomposición del ácido peracético y el peróxido de hidrógeno.

2.2 Uso previsto para la sustancia

Coadyuvante tecnológico en el proceso de desinfección bacteriana del agua utilizada para el lavado de cítricos y pimientos a su llegada a la planta de procesado.

2.3 Usos autorizados en alimentación humana

Entre los principales usos autorizados en alimentación humana se destacan:

- Peróxido de hidrógeno. Autorizado en España como desinfectante de agua destinada a consumo humano (Real Decreto 140/2003) (BOE, 2003).
- Ácido acético. Aditivo alimentario (E 260) autorizado por el Reglamento (CE) N° 1333/2008 (UE, 2008), con una dosis máxima específica *quantum satis*.
- Ácido peracético. Autorizado en alimentación humana (como aditivo alimentario o coadyuvante tecnológico) en países como Canadá o Australia. También están autorizadas en alimentación humana varias soluciones que contienen ácido peracético (Francia y Estados Unidos).
- Ácido 1-hidroxietileno-1,1-difosfónico (HEDP). Autorizado en España para el tratamiento de aguas destinadas al consumo humano y en Francia como coadyuvante tecnológico en azúcar. Además, está autorizado en Estados Unidos (lavado o ayuda en el pelado de frutas y hortalizas) y en Australia (coadyuvante tecnológico en aguas y agente quelante en desinfectantes de carne, frutas y hortalizas).

En la tabla 1 se recogen usos autorizados y evaluaciones de estas sustancias.

Tabla 1. Relación de usos autorizados y evaluaciones		
Sustancia	Uso autorizado/evaluación	País/Referencia
Peróxido de hidrógeno	El Reglamento (CE) N° 853/2004 establece para las gelatinas y el colágeno un residuo de peróxido de hidrógeno de 10 ppm	Unión Europea (UE, 2004)
	Autorizado su uso como desinfectante de agua destinada a consumo humano	España (BOE, 2003)
	Evaluación toxicológica favorable como coadyuvante tecnológico en el procesado de hemoderivados y cefalópodos	España (AECOSAN, 2011)
	Autorizado su uso como coadyuvante tecnológico en tripas	Francia (Arrêté, 2006)
	Autorizado su uso en producción de cerveza como agente clarificante (cantidad máxima 135 mg/kg), en suero de leche para mantenimiento del pH (100 mg/kg) y en vainas de avena como agente blanqueante (GMP)	Canadá (DJC, 2018)
	Reconocido como GRAS (<i>Generally Recognized As Safe</i>) (21 CFR 184.1366), utilizado en leche (0,05 %), lactosuero (0,04 %), queso de lactosuero coloreado con annato (0,05 %), almidón (0,15 %), jarabe de maíz (0,15 %), huevos deshidratados, estómagos, patas de carne de vacuno, arenques, vino, té, vinagre de vino y emulsionantes (1,25 %)	Estados Unidos (FDA, 2018a)
	Autorizado el aditivo mezcla de ácido peracético, ácido octanoico, ácido acético, peróxido de hidrógeno, ácido peroxioctanico y HEDP como desinfectante de canales, partes, tripas y órganos con una concentración máxima de peroxiácidos de 220 mg/kg como ácido peroxiacético y 75 mg/kg de peróxido de hidrógeno (110 mg/kg en canales de aves)	Estados Unidos (FDA, 2018b)
	Autorizado su uso como coadyuvante tecnológico (agente blanqueante) en alimentos, estableciéndose un residuo máximo de 5 mg/kg	Australia (ANZFSC, 2018)
Ácido acético	Autorizado como aditivo alimentario (E 260), según el Reglamento (CE) N° 1333/2008, con una dosis máxima específica <i>quantum satis</i>	Unión Europea (UE, 2008)
Ácido peracético	Autorizado el uso como coadyuvante tecnológico del ácido peracético en solución con peróxido de hidrógeno y ácido acético, en cáscaras de huevo destinadas a la fabricación de <i>ille flotant</i> (solución al 2,5 % con un 4,5 % de peracético); en guisantes y judías verdes destinados a la esterilización (500 mg/l de ácido peracético); en almidón, fécula y derivados (1 kg/tonelada); en ensaladas crudas listas para el consumo (4ª gama); en espinacas escaldadas destinadas a la congelación (75 mg/l de peracético) y en trigo antes de la molienda (3 l de una solución a base de 15 % de peracético y 23 % de peróxido de hidrógeno por tonelada de trigo)	Francia (Arrêté, 2006)

Tabla 1. Relación de usos autorizados y evaluaciones		
Sustancia	Uso autorizado/evaluación	País/Referencia
Ácido peracético	Autorizado para el proceso de lavado o ayuda en el pelado de frutas y hortalizas que no sean materias primas sin procesar y que no exceda 80 mg/kg en la solución de lavado	Estados Unidos (FDA, 2018c)
	Autorizado el aditivo mezcla de ácido peracético, ácido octanoico, ácido acético, peróxido de hidrógeno, ácido peroxioctanóico y HEDP como desinfectante de canales, partes, tripas y órganos con una concentración máxima de peroxiácidos de 220 mg/kg como ácido peroxiacético	Estados Unidos (FDA, 2018b)
	Incluido en la base de datos de <i>Effective Food Contact Substance (FCS) Notifications</i> formando parte de disoluciones acuosas junto con ácido acético, peróxido de hidrógeno y HEDP	Estados Unidos (FDA, 2018d)
	Autorizado como aditivo alimentario (agente modificador de almidón)	Canadá (DJC, 2018)
	Autorizado como coadyuvante tecnológico como agente blanqueante, de lavado y "peeling" y como catalizador con un nivel máximo permitido de 0,7 mg/kg	Australia (ANZFSC, 2018)
Ácido 1-hidroxi-1,1-difosfónico (HEDP)	Autorizado su uso como sustancia para el tratamiento de agua destinada al consumo humano (no debe aparecer el producto en el agua por encima del límite de detección de la mejor técnica de análisis disponible)	España (BOE, 2003)
	Autorizado su uso como coadyuvante tecnológico en azúcar	Francia (Arrêté, 2006)
	Autorizado junto con ácido peroxiacético para el proceso de lavado o ayuda en el pelado de frutas y hortalizas que no sean materias primas sin procesar y que no exceda 4,8 mg/kg en la solución de lavado	Estados Unidos (FDA, 2018c)
	Autorizado el aditivo mezcla de ácido peracético, ácido octanoico, ácido acético, peróxido de hidrógeno, ácido peroxioctanóico y HEDP como desinfectante de canales de aves, partes, tripas y órganos con una concentración máxima de peroxiácidos de 220 mg/kg como ácido peroxiacético, 110 mg/kg de peróxido de hidrógeno y 13 mg/kg de HEDP	Estados Unidos (FDA, 2018b)
	Incluido en la base de datos de <i>Effective Food Contact Substance (FCS) Notifications</i> formando parte de disoluciones acuosas junto con ácido acético, ácido peracético y peróxido de hidrógeno	Estados Unidos (FDA, 2018d)
	Autorizado como coadyuvante tecnológico en agua y como agente quelante en desinfectantes de carne, frutas y hortalizas	Australia (ANZFSC, 2018)

2.4 Ingestas Diarias Admisibles

No se ha establecido una IDA por parte de JECFA (Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios) para el peróxido de hidrógeno, el ácido peracético y el HEDP como componentes individuales (JECFA, 2018a, b, c).

Se ha establecido una IDA no especificada para las soluciones antimicrobianas de peroxiácidos entre los que se encuentran el peróxido de hidrógeno, el ácido acético, y el ácido peracético, incluyendo además el HEDP como estabilizante (JECFA, 2018d). JECFA considera además que en las condiciones de uso previstas, las cantidades de residuos en los alimentos tratados no suponen ninguna preocupación desde el punto de vista de la seguridad alimentaria (JECFA, 2004, 2005).

3. Características fisicoquímicas

3.1 Composición y formulación detallada

Los productos propuestos como coadyuvantes tecnológicos son soluciones de peróxido de hidrógeno y ácido acético en equilibrio químico con ácido peracético y agua. Incluyen además como estabilizante el ácido 1-hidroxi-etileno-1,1-difosfónico (HEDP).

Las tres soluciones acuosas se diferencian en las concentraciones de sus componentes activos (peróxido de hidrógeno, ácido acético y ácido peracético) y el estabilizante (HEDP), obteniéndose en todos los casos la misma concentración final de ácido peracético (45 ppm) en la solución de lavado (Tabla 2).

Componente	Función	N° CAS	Concentraciones (%)		
			VigorOx 5 F&V	VigorOx 15 F&V	VigorOx 15/10 F&V
Peróxido de hidrógeno	Sustancia activa	7722-84-1	25	23	10
Ácido acético	Sustancia activa	64-19-7	8	16	36
Ácido peracético	Sustancia activa	79-21-0	5	15	15
Ácido 1-hidroxi-etileno-1,1-difosfónico (HEDP)	Estabilizante	2809-21-4	0,5	0,6	0,6

Respecto al pH, se indica que es <1 a 20 °C.

3.2 Especificaciones del producto

En las tablas 3, 4 y 5 se incluyen las especificaciones y los resultados de los análisis de cuatro lotes de los coadyuvantes tecnológicos propuestos.

Tabla 3. Especificaciones y resultados analíticos de VigorOx 5 F&V

Componente	Especificaciones (% p/p)	Certificados de análisis (% p/p)			
		L16000P	L16005R	L16014R	L16020R
Peróxido de hidrógeno	25 ± 2	25,4	25,6	25,3	25,6
Ácido acético	8 ± 2	8,4	7,6	7,7	7,9
Ácido peracético	4,5-5	5	5	4,8	4,6
Ácido 1-hidroxietilen-1,1-difosfónico (HEDP)	0,5	–	–	–	–

Tabla 4. Especificaciones y resultados analíticos de VigorOx 15 F&V

Componente	Especificaciones (% p/p)	Certificados de análisis (% p/p)			
		L17425B	L17804B	L17818B	L17838B
Peróxido de hidrógeno	23 ± 2	24,7	24,5	24,8	23,9
Ácido acético	16 ± 2	16,3	16	16,3	15,5
Ácido peracético	15 ± 1	14,8	15,2	14,8	15,8
Ácido 1-hidroxietilen-1,1-difosfónico (HEDP)	0,6	–	–	–	–

Tabla 5. Especificaciones y resultados analíticos de VigorOx 15/10 F&V

Componente	Especificaciones (% p/p)	Certificados de análisis (% p/p)			
		L16006N	L16003N	L16004N	L16005N
Peróxido de hidrógeno	10 ± 2	10,3	10,3	10,2	10,2
Ácido acético	36 ± 2	35,9	36,5	36	35,8
Ácido peracético	15 ± 1	15,8	15,1	15,7	15,9
Ácido 1-hidroxietilen-1,1-difosfónico (HEDP)	0,6	–	–	–	–

El solicitante no ha aportado datos sobre el cumplimiento de las especificaciones del HEDP.

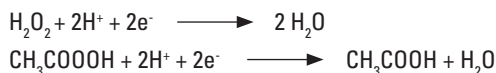
3.2.1 Estabilidad del producto

El solicitante aporta un estudio sobre la evolución de la concentración del ácido peracético mediante un modelo basado en el análisis calorimétrico y dos estudios de estabilidad realizados con soluciones de composición similar a Vigorox 5 F&V y Vigorox 15 F&V.

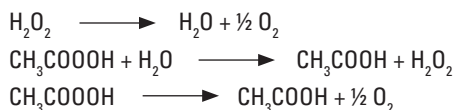
En base a los resultados obtenidos, el solicitante indica que la estabilidad es de 1 año para VigorOx 5 F&V y de 9 meses en el caso de VigorOx 15 F&V y VigorOx 15/10 F&V.

3.2.2 Reactividad

Las reacciones que tienen lugar en el agua son las de descomposición de los compuestos con grupos peróxidos para dar lugar a ácido acético y agua (EFSA, 2005):



Las reacciones que tiene lugar respecto al entorno de contacto son las siguientes (JECFA, 2004):



JECFA, al evaluar soluciones desinfectantes que contienen peróxido de hidrógeno, ácido peracético, ácido octanoico, ácido peroxioctanoico y HEDP, indica que, en contacto con los alimentos, los ingredientes activos se descomponen con rapidez en sustancias no tóxicas y que las cantidades de ácido acético y octanoico que pueden permanecer como resultado de la descomposición del ácido peracético y el peroxioctanoico no suponen un problema de seguridad. Además, señala que el peróxido de hidrógeno se descompone rápidamente en contacto con los alimentos, obteniéndose agua y oxígeno (JECFA, 2004, 2005).

Asimismo, el uso de este tipo de soluciones no parece afectar negativamente al contenido de nutrientes (vitamina C y β -caroteno) presentes en frutas y verduras (JECFA, 2006).

4. Función tecnológica

4.1 Uso tecnológico alegado

El solicitante indica que el uso tecnológico alegado es el de desinfectante bacteriano del agua utilizada para el lavado de cítricos y pimientos a su llegada a las plantas de procesado.

4.2 Alimentos o grupo de alimentos de destino

Agua utilizada para el lavado de cítricos y pimientos.

4.3 Nivel de uso solicitado

Según indica el solicitante, la dosis de los coadyuvantes tecnológicos a utilizar, tanto en cítricos como en pimientos, será de 80 ml/100 l solución de lavado en el caso de VigorOx 5 F&V y 26 ml/100 l solución de lavado para VigorOx 15 F&V y VigorOx 15/10 F&V. En todos los casos la concentración final de ácido peracético en la solución de lavado será de 45 ppm.

La solución de lavado se renovará cada día y se dejará que circule al menos 90 segundos antes de lavar los cítricos y pimientos, siendo el tiempo de contacto de 90 segundos. Tras el lavado tendrá lugar un enjuague final de los cítricos y pimientos con agua potable.

4.4 Justificación del uso, interés y eficacia

Tal como se indicaba en el informe del Comité Científico de 2013, el primer tratamiento postcosecha que se realiza en los productos vegetales es el lavado, que puede tener lugar bien por inmersión en una balsa, o bien mediante el sistema denominado drencher, o ducha de palés. En ambos métodos es fundamental el mantenimiento de la solución de lavado, ya que ésta se recircula, con lo que van pasando a la solución restos de los tratamientos químicos aplicados al cultivo con anterioridad, suciedad proveniente de la recolección, así como esporas y microorganismos patógenos depositados en el material vegetal. Esta situación provoca que la acumulación de contaminación se incremente de manera considerable con cada recirculación. Para evitar que la solución de lavado se convierta en un vector de propagación de infección por contaminaciones cruzadas hay que asegurar que su calidad microbiológica se conserva, pudiéndose utilizar al efecto productos desinfectantes siempre garantizando que los productos de degradación y residuos del agente antimicrobiano utilizado no representen un riesgo para la salud del consumidor ni para el medioambiente (AECOSAN, 2013).

En lo que respecta a la eficacia de los coadyuvantes tecnológicos propuestos, se alega que se trata de oxidantes de amplio espectro bactericida, siendo eficaces en un amplio rango de temperaturas y $\text{pH} < 8$. Son fácilmente biodegradables, descomponiéndose en oxígeno, agua y ácido acético.

Se indica además que el ácido peracético es el ingrediente activo más eficaz siendo su efecto similar al de otros agentes bactericidas que funcionan como agentes oxidantes. La acción bactericida del ácido peracético puede derivar de la oxidación de las proteínas y, en particular, de los enlaces sulfhidrilo (Kitis, 2004).

4.4.1 Estudios de eficacia

Con objeto de establecer la dosis de uso con la que se consiga una desinfección eficaz en todos los usos solicitados, el solicitante aporta los resultados de un ensayo llevado a cabo por un laboratorio independiente en el que se tienen en cuenta los parámetros microbiológicos establecidos en el Real Decreto 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (*Escherichia coli*, *Enterococcus* y *Clostridium perfringens*) (BOE, 2003). Asimismo, también se ha incluido el recuento de aerobios mesófilos.

El ensayo fue llevado a cabo con VigorOx 15/10 F&V, al ser el coadyuvante que a igual concentración final de ácido peracético (45 ppm) en las soluciones de lavado tiene la menor concentración de peróxido de hidrógeno (30 ppm). Para preparar la solución de lavado se dosificaron 26 ml de VigorOx 15/10 F&V por 100 l de agua destilada estéril.

Se analizaron varios lotes de muestras contaminadas y sin contaminar (para comprobar la carga microbiana inicial) de mandarinas y pimientos. En el caso de las muestras contaminadas, se inocularon cepas de *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* y *Clostridium perfringens* del orden de 10^4 ufc/ml. También se analizaron las soluciones de lavado empleadas en el ensayo.

Los resultados obtenidos muestran reducciones iguales o superiores a 4 unidades logarítmicas de los inóculos añadidos de *Escherichia coli*, *Enterococcus fecalis* y *Clostridium perfringens* (100 % del inóculo adicionado) tras sumergir las muestras contaminadas en la solución de lavado (45 ppm de ácido peracético) durante 90 segundos. En el caso de los aerobios mesófilos la reducción varía entre 0,15 y 1,10 unidades logarítmicas.

Adicionalmente, se presentan los resultados de dos estudios sobre la eficacia de estas soluciones acuosas:

- En el primero de ellos se evaluó la eficacia de VigorOx 15 (0,26 ml/l) utilizado en soluciones con agua dura sintética (preparada de acuerdo a la AOAC) a las que se añadieron zumo vegetal (1 %) y suspensiones de *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enterica* y *Listeria monocytogenes*. Los resultados del estudio, llevado a cabo bajo buenas prácticas de laboratorio (40 CFR Part 160) (EPA, 2011), muestran reducciones superiores al 99,9 % tras 90 segundos de exposición a 25 ± 1 °C.
- En el segundo se evaluó la eficacia de VigorOx 15 F&V utilizado a distintas concentraciones (0,16 ml/l y 0,20 ml/l, equivalentes a 25 y 30 ppm de ácido peracético) en soluciones con agua dura sintética (preparada de acuerdo a la AOAC) a las que se añadieron zumo vegetal (1 %) e inóculos de *Escherichia coli* O157:H7 y *Listeria monocytogenes* ($1-10^6$ ucf/ml). Las concentraciones de VigorOx 15 F&V utilizadas son inferiores a la solicitada (0,26 ml/l).

Los resultados muestran reducciones del 98,4 % para *Listeria monocytogenes* tras 2 minutos de exposición a la solución con 30 ppm de ácido peracético (0,20 ml/l de VigorOx 15 F&V) y del 99,99 % tras 3 minutos de exposición a la solución con 25 ppm de ácido peracético (0,16 ml/l de VigorOx 15 F&V). En el caso de la *Escherichia coli* O157:H7 la reducción fue del 100 % tras 2 minutos de exposición a la solución con 30 ppm de ácido peracético (0,20 ml/l de VigorOx 15 F&V).

El solicitante destaca también la evaluación llevada a cabo por la FSNAZ (*Food Standards Australia New Zealand*) sobre la eficacia de una solución acuosa (peróxido de hidrogeno, ácido acético, ácido peracético, ácido octanoico, ácido peroxioctanoico y HEDP) en la reducción de bacterias aeróbicas, coliformes, mohos y levaduras en la superficie de apios, patatas, coles, arándanos y fresas. La concentración de peroxiácidos en las soluciones de lavado fue de 40 ppm. Los estudios se realizaron comparando la carga bacteriana antes y después de lavar con la solución acuosa y demostraron la eficacia con significación estadística en comparación con el lavado con agua y otros desinfectantes (clorados), indicándose además su mayor eficacia respecto a otra solución sin ácido octanoico (FSANZ, 2005).

4.5 Descripción del proceso

4.5.1 Formas de incorporación del coadyuvante tecnológico

La incorporación del coadyuvante tecnológico en el proceso tiene lugar durante el lavado de cítricos y pimientos a su llegada a los centros de procesado, utilizándose en ambos casos como sistema de lavado tanto las balsas como el drencher.

En el caso del drencher, o ducha de palés, la incorporación del coadyuvante tecnológico al agua de lavado se realiza mediante un dosificador automático programable con el objetivo de garantizar una dosis adecuada, de tal forma que tras cada lavado se repone la cantidad de coadyuvante necesaria para mantener la concentración de ácido peracético (45 ppm) en la solución de lavado. Adicionalmente, se realizan de forma eventual controles de la concentración de ácido peracético mediante tiras reactivas.

La incorporación del coadyuvante tecnológico al agua de lavado en las balsas (y su redosificación) también se realiza mediante un dosificador automático programable.

4.5.2 Identificación de las fases de eliminación del coadyuvante tecnológico

Según indica el solicitante, tanto el peróxido de hidrógeno como el ácido peracético en solución son inestables, especialmente en presencia de material orgánico oxidable. El peróxido de hidrógeno se disocia en agua y oxígeno y el ácido peracético se descompone en ácido acético.

El solicitante afirma además que tanto los cítricos como los pimientos se someten a un enjuagado final con agua potable con el fin de poder reducir de su superficie posibles residuos de sustancias hidrosolubles.

En relación al ácido peracético, en el informe de la AECOSAN de 2013, sobre un formulado con los mismos componentes pero en distinta proporción, se indicaba que se observaba que el ácido peracético se mantenía o disminuía ligeramente en las soluciones de lavado de pimientos y cítricos debido a la dosificación continua que compensaba su degradación. Asimismo, se verificó que el HEDP no solo no se acumulaba sino que se degradaba con los sucesivos tratamientos (AECOSAN, 2013).

En este sentido, se presentan los resultados de unos ensayos de residuos de ácido peracético y HEDP llevados a cabo en cítricos y pimientos.

5 Estudios de residuos

Tal como se indicaba en el informe de 2013, numerosos estudios han analizado las características desinfectantes de estos sistemas así como sus propiedades toxicológicas (AECOSAN, 2013). Así, JECFA ha llevado a cabo una evaluación de las soluciones antimicrobianas de peroxiácidos que contienen HEDP (<1 %), peróxido de hidrógeno (4-12 %), ácido acético (40-50 %) y ácido octanoico (3-10 %) en equilibrio con ácido peracético (12-15 %) y ácido peroxioctanoico (1-4 %). JECFA considera que las pequeñas cantidades de residuos de estos peroxiácidos en los alimentos en el momento de su consumo no plantean un problema de seguridad (JECFA, 2005).

Este tipo de soluciones también ha sido objeto de evaluación por parte de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). Se ha evaluado el uso en canales de pollo de una solución a base de peroxiácidos compuesta por ácido peracético (<15 %), ácido peroxioctanoico (<2 %), peróxido de hidrógeno (<10 %), ácido acético, ácido octanoico y ácido 1-hidroxi-etilideno-1,1-difosfónico (HEDP) (<1 %). El contenido total de peroxiácidos, expresado como ácido peracético, es de 220 mg/l y las concentraciones máximas de peróxido de hidrógeno y HEDP son 110 y 13 mg/l, respectivamente. En la citada evaluación se han tenido en cuenta aspectos tales como los posibles riesgos toxicológicos de los productos de reacción (por ejemplo, semicarbazida), concluyéndose

que en las condiciones de uso descritas los residuos no suponen un problema de seguridad (EFSA, 2005).

EFSA llega a conclusiones similares respecto a la seguridad de los posibles residuos en un estudio posterior (EFSA, 2014), donde también ha evaluado el uso en canales de pollo y carne de soluciones compuestas por ácido peracético (12-20 %), peróxido de hidrógeno (6-10 %), ácido acético (35-45%) y HEDP (0,1-1 %). Una de las soluciones también contiene ácido octanoico (3,2 %) y ácido peroxioctanoico (1,4 %). La concentración de uso de ácido peracético varía, según el tipo de aplicación, entre 230 y 2 000 ppm.

Como se indica en el apartado 1, el coadyuvante tecnológico se clasifica dentro de una situación 4: sustancia autorizada en alimentación humana cuya IDA no está establecida y cuyo empleo puede conducir a la presencia de residuos técnicamente inevitables de acuerdo con las "Líneas directrices de la documentación precisa para la evaluación de coadyuvantes tecnológicos que se pretenden emplear en la alimentación humana" (AESAN, 2010). En consecuencia, el solicitante debe presentar información sobre estudios de residuos (método analítico y validación del método).

Respecto a la posible presencia de residuos de ácido peracético y HEDP en productos tratados con el coadyuvante tecnológico, el solicitante presenta los resultados de dos ensayos realizados por laboratorios independientes. Los ensayos fueron llevados a cabo con VigorOx 5 F&V, al ser el coadyuvante tecnológico que a igual concentración final de ácido peracético (45 ppm) en las soluciones de lavado es el que tiene la mayor concentración de HEDP (4,5 ppm).

Se tomaron muestras de las soluciones de lavado de naranjas y pimientos, en drencher, correspondientes a tres etapas del proceso:

- Solución pretratamiento: se toma al inicio del día, una vez añadido el coadyuvante tecnológico y antes de comenzar el tratamiento de naranjas y pimientos.
- Solución postratamiento: toma de muestra después de 1 día de lavados de naranjas y pimientos.
- Agua postenjuagado: toma de muestra después del enjuagado final con agua potable de las naranjas y pimientos.

Los análisis de ácido peracético fueron llevados a cabo mediante HPLC-UV con un límite de cuantificación de 0,5 mg/l (Tabla 6). El método utilizado está basado en el descrito por Pinkernell et al. (1997).

Muestras		Contenidos de ácido peracético (ppm)	
Lavado de naranjas	Solución pretratamiento	CF1R1/2	33,7
		CF1R2/2	33,5
	Solución postratamiento	CF2R1/2	1,4
		CF2R2/2	1,7
	Agua postenjuagado	CF3R1/2	n.d. ¹
		CF3R2/2	n.d.

Tabla 6. Contenidos de ácido peracético en soluciones de lavado y agua de postenjuagado			
Muestras			Contenidos de ácido peracético (ppm)
Lavado de pimientos	Solución pretratamiento	P1R1/2	36,1
		P1R2/2	37,1
	Solución postratamiento	P2R1/2	21,9
		P2R2/2	23,1
	Agua postenjuagado	P3R1/2	n.d.
		P3R2/2	n.d.

¹ n.d.: no detectado. Límite de cuantificación: 0,5 mg/l.

No se detectaron residuos de ácido peracético tras el enjuagado final con agua potable. No obstante, se observa que la concentración inicial de ácido peracético en las soluciones de pretratamiento es inferior a la inicialmente prevista (33,7 frente a 45 ppm). Según indica el solicitante, esto puede ser debido a la degradación del ácido peracético, dado el largo tiempo transcurrido entre la toma de las muestras y la realización de los análisis. Asimismo, se observan diferencias notables entre el contenido de ácido peracético en las soluciones de postratamiento de naranjas y pimientos.

En relación a la posible presencia de residuos de HEDP, los análisis fueron realizados mediante Resonancia Magnética Nuclear (RMN) con un límite de cuantificación de 0,2 mg/l (Tabla 7).

Tabla 7. Contenidos de HEDP en soluciones de lavado y agua de postenjuagado			
Muestras			Contenidos de HEDP (mg/l)
Lavado de naranjas	Solución pretratamiento	CF1R1/2	<0,2
	Solución postratamiento	CF2R1/2	<0,2
	Agua postenjuagado	CF3R1/2	<0,2
Lavado de pimientos	Solución pretratamiento	P1R1/2	<0,2
	Solución postratamiento	P2R1/2	<0,2
	Agua postenjuagado	P3R1/2	<0,2

No se detectaron residuos de HEDP tras el enjuagado final con agua potable. No obstante, se observa que ya en las soluciones de pretratamiento no se detectaba HEDP. Al igual que el caso del ácido peracético, el solicitante indica que esto puede ser debido a la degradación dado el largo tiempo transcurrido entre la toma de las muestras y la realización de los análisis.

Dado que en el caso del HEDP, se considera que los resultados de los análisis presentados no son adecuados al no haberse detectado HEDP en las soluciones de pretratamiento, se ha seguido una estrategia similar a la llevada a cabo en el informe del año 2013 (AECOSAN, 2013). Para ello, se

ha realizado una estimación teórica de las cantidades máximas de residuos de HEDP en pimientos y naranjas suponiendo que el agua de postenjuagado contuviera la misma cantidad inicial de HEDP (4,5 ppm) (sin degradación, evaporación, etc.), lo que supone una sobrestimación de los posibles residuos, y que se emplearan 0,018 l agua/kg en el enjuagado de pimientos y 0,007 l agua/kg en el enjuagado de naranjas.

Suponiendo una concentración de HEDP en aguas de postenjuagado de 4,5 ppm y un empleo de 0,018 l agua/kg pimientos y 0,007 l agua/kg naranjas, los residuos estimados de HEDP serían de 0,081 mg HEDP/kg pimientos y 0,032 mg HEDP/kg naranjas. Se aplicará a todos los cítricos la misma cantidad de agua de enjuagado que en el caso de las naranjas (0,007 l agua/kg naranjas) y, por tanto, los residuos esperados serán iguales (0,032 mg HEDP/kg cítricos).

6. Estudios y datos relativos a la inocuidad del HEDP

Como ya se ha indicado, no hay una IDA establecida para el HEDP.

Para evaluar el riesgo, una alternativa consiste en utilizar el Margen de seguridad (MOS), considerando que cuando el MOS es >100 no existe riesgo para el consumidor. El MOS se calcula teniendo en cuenta el NOAEL (Nivel sin efecto adverso no observable) y la Ingesta diaria estimada (IDE).

En el caso del HEDP, se han llevado a cabo varios estudios sobre su toxicidad estableciéndose diferentes NOAELs (EFSA, 2014). Siguiendo el mismo criterio que EFSA, para el cálculo del MOS se utilizará un NOAEL de 50 mg/kg p.c./día establecido en base a estudios llevados a cabo en ratas y conejos.

7. Estudio de consumo y evaluación del nivel anticipado de ingesta de HEDP por el consumidor

Para realizar la estimación de la exposición, se han tenido en cuenta los datos del país de la Unión Europea con los consumos más elevados de cítricos y pimientos (media y percentil 95), tanto para adultos como niños de 1 a 3 años (*toddlers*), de acuerdo a la *Comprehensive European Food Consumption Database* de EFSA (2018). Como criterio adicional solo se han tenido en cuenta los datos correspondientes a un número de consumidores ≥ 10 . En el caso de España, se han utilizado los datos de consumo recogidos en ENALIA 1 (Encuesta Nacional de Alimentación en la población Infantil y Adolescente) y ENALIA 2 (Encuesta Nacional de Alimentación en población adulta, mayores y embarazadas), ambas llevadas a cabo por la AECOSAN (2018).

En el caso de los adultos, el consumo más elevado de pimientos (datos de Austria) es de 58,18 y 124,7 g/día para la media y el percentil 95, respectivamente. Para los cítricos, los consumos más elevados (resultantes de la suma de los consumos de naranjas, mandarinas, limones, pomelos, zumo de naranja, zumo de limón y zumo de pomelo en Alemania) son de 809 y 2 365,40 g/día para la media y el percentil 95, respectivamente. Considerando además los residuos estimados de HEDP (0,032 mg/kg en cítricos y 0,081 mg/kg en pimientos) y un peso corporal en adultos de 70 kg (EFSA, 2012), se obtiene la Ingesta diaria estimada (IDE). En base a la ingesta estimada y el NOAEL (50 mg HEDP/kg p.c./día) se calcula el Margen de seguridad (MOS) (Tabla 8).

Tabla 8. Estimación de la exposición en adultos y cálculo del MOS				
		Adultos		
		Consumo (g/día)	IDE (mg HEDP/kg p.c./día)	MOS
Pimientos	Media	58,18	0,00007	714 285
	P95	124,7	0,00014	357 142
Cítricos	Media	809	0,00037	135 135
	P95	2 365,4	0,00108	46 296

Respecto a los niños (1-3 años), las estimaciones y cálculo del MOS se realizan de forma similar a los adultos teniendo en cuenta los consumos más elevados de pimientos (datos de Alemania) y cítricos (datos de España) y un peso corporal de 12 kg (EFSA, 2012) (Tabla 9).

Tabla 9. Estimación de la exposición en niños (1-3 años) y cálculo del MOS				
		Niños (1-3 años)		
		Consumo (g/día)	IDE (mg HEDP/kg p.c./día)	MOS
Pimientos	Media	7,12	0,00005	1 000 000
	P95	28,33	0,00019	263 157
Cítricos	Media	370,97	0,00099	50 505
	P95	733,01	0,00195	25 641

Los elevados valores obtenidos para el MOS (>>100) en todos los casos indicaría que no existe riesgo para el consumidor.

Conclusiones del Comité Científico

El Comité Científico, una vez evaluado el expediente de solicitud de uso de estas soluciones acuosas como coadyuvante tecnológico en el proceso de desinfección bacteriana del agua utilizada para el lavado de cítricos y pimientos a su llegada a las plantas de procesado concluye que, basándose en la información facilitada por el solicitante y teniendo en cuenta la composición y condiciones de uso propuestas, el uso del coadyuvante no implica riesgo para la salud del consumidor.

Las conclusiones de este informe se refieren exclusivamente a las soluciones objeto de evaluación como coadyuvante tecnológico en las condiciones de uso propuestas y con su composición actual, tanto en lo referido a sus componentes activos como a sus estabilizantes, no pudiéndose extender a otras formulaciones o condiciones distintas de las evaluadas. Debe tenerse en cuenta que los kg de fruta tratados, las condiciones climáticas o la suciedad pueden influir en las con-

centraciones de los componentes del coadyuvante en las soluciones de lavado y por tanto, en sus eventuales residuos.

Esta evaluación no supone una autorización de uso ni afecta a usos distintos del uso como coadyuvante en el proceso de la desinfección bacteriana del agua utilizada para el lavado de cítricos y pimientos a su llegada a las plantas de procesado. Este uso implica un enjuagado final con agua potable, de forma consecutiva a la aplicación del agua de lavado con coadyuvante, de forma que se eliminen los posibles residuos de los frutos.

Los productos así procesados deberán cumplir con toda la legislación alimentaria que les sea de aplicación y, una vez que estén en el mercado, el operador deberá asegurar la ausencia de contaminantes, residuos o microorganismos indeseables, o su presencia por debajo de los límites máximos establecidos.

Referencias

- AECOSAN (2010). Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Líneas Directrices de la documentación precisa para la evaluación de coadyuvantes tecnológicos que se pretenden emplear en la alimentación. *Revista del Comité Científico de la AECOSAN*, 12, pp: 79-93.
- AECOSAN (2011). Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación al uso del peróxido de hidrógeno como coadyuvante tecnológico en el procesado de hemoderivados y cefalópodos. *Revista del Comité Científico de la AECOSAN*, 15, pp: 11-32.
- AECOSAN (2013). Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación al uso de una solución acuosa de peróxido de hidrógeno, ácido acético y ácido peracético como coadyuvante tecnológico para la desinfección bacteriana de cítricos y pimientos y el agua de lavado de los mismos. *Revista del Comité Científico de la AECOSAN*, 18, pp: 53-69.
- AECOSAN (2016). Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) en relación al uso de una solución acuosa de peróxido de hidrógeno, ácido acético y ácido peracético (23/17/15) como coadyuvante tecnológico para la desinfección bacteriana de cítricos y tomates y el agua de lavado de los mismos. *Revista del Comité Científico de la AECOSAN*, 23, pp: 21-43.
- AECOSAN (2018). Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Encuestas ENALIA 1 y ENALIA 2. Disponibles en: http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/detalle/consumo_alimentos.htm [acceso: 10-04-18].
- ANZFSC (2018). Australia New Zealand Food Standards Code. Standard 1.3.3 Processing aids. Disponible en: <https://www.legislation.gov.au/Details/F2016C00196> [acceso: 23-01-18].
- Arrêté (2006). Arrêté du 19 de octubre 2006 relatif à l'emploi d'auxiliaires technologiques dans la fabrication de certaines denrées alimentaires. Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie. Journal Officiel de la République Française de 2 de diciembre de 2006. Disponible en: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000271061&dateTexte=20160309> [acceso: 18-01-18].
- BOE (2003). Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOE 45 de 21 de febrero de 2003, pp: 7228-7245.
- DJC (2018). Department of Justice Canada. Food and Drug Regulations. Food Additives that may be used as Starch Modifying Agents. Disponible en: http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/C.R.C.,_c._870/Full-Text.html [acceso: 23-01-18].

- EFSA (2005). European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) on a request from the Commission related to treatment of poultry carcasses with chlorine dioxide, acidified sodium chlorite, trisodium phosphate and peroxyacids. Question N° EFSA Q-2005-002. *EFSA Journal*, 297, pp: 1-27.
- EFSA (2012). European Food Safety Authority. Guidance on selected default values to be used by the EFSA Scientific Committee, Scientific Panels and Units in the absence of actual measured data. *EFSA Journal*, 10 (3): 2579.
- EFSA (2014). European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the evaluation of the safety and efficacy of peroxyacetic acid solutions for reduction of pathogens on poultry carcasses and meat. *EFSA Journal*, 12 (3): 3599.
- EFSA (2018). European Food Safety Authority. Comprehensive European Food Consumption Database. Disponible en: <http://www.efsa.europa.eu/en/food-consumption/comprehensive-database> [acceso: 10-04-18].
- EPA (2011). Environmental Protection Agency. Good Laboratory Practice Standards. Disponible en: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2011-title40-vol24/xml/CFR-2011-title40-vol24-part160.xml> [acceso: 31-01-18].
- FDA (2018a). Food and Drug Administration. Direct Food Substances Affirmed as Generally Recognized as Safe. 5184.1366 Hydrogen peroxide. Disponible en: <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&SID=3922fd7ac44288a0e9e699cc3607b353&rgn=div8&view=text&node=21:3.0.1.1.14.2.1.102&idno=21> [acceso: 24-01-18].
- FDA (2018b). Food and Drug Administration. CFR-Code of Federal Regulations. Title 21-Food and Drugs, Sec. 173.370 Peroxyacids. Disponible en: http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=9e43c8243ba638d9049d069fcc658ec5&mc=true&node=pt21.3.173&rgn=div5#se21.3.173_1315 [acceso: 24-01-18].
- FDA (2018c). Food and Drug Administration. CFR-Code of Federal Regulations. Title 21-Food and Drugs, Sec. 173.315. Chemicals used in washing or to assist in the peeling of fruits and vegetables. Disponible en: http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=9e43c8243ba638d9049d069fcc658ec5&mc=true&node=pt21.3.173&rgn=div5#se21.3.173_1315 [acceso: 25-01-18].
- FDA (2018d). Food and Drug Administration. Inventory of Effective Food Contact Substance (FCS) Notifications. Disponible en: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/fcn/fcnNavigation.cfm?rpt=fcsListing> [acceso: 25-01-18].
- FSANZ (2005). Food Standards Australia New Zealand. Octanoic acid as a processing aid. Final Assessment Report. Application A513, pp: 1-75.
- JECFA (2004). Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Chemical and Technical Assessment. Hydrogen peroxide, peroxyacetic acid, octanoic acid, peroxyoctanoic acid, and 1-hydroxyethylidene-1,1-diphosphonic acid (HEDP) as components of antimicrobial washing solution. Disponible en: <http://www.fao.org/food/food-safety-quality/scientific-advice/jecfa/technical-assessments/en/> [acceso: 2-02-18].
- JECFA (2005). Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Evaluation of certain food additives: sixty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series 928. Geneva, pp: 26-33.
- JECFA (2006). Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Safety evaluation of certain food additives. Prepared by the sixty-third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Food additives Series: 54.
- JECFA (2018a). Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Evaluations of the JECFA. Hydrogen peroxide. Disponible en: <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=2369> [acceso: 2-02-18].
- JECFA (2018b). Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Evaluations of the JECFA. Peroxyacetic acid. Disponible en: <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=5870> [acceso: 2-02-18].

- JECFA (2018c). Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Evaluations of the JECFA. 1-Hydroxyethylidene-1,1-diphosphonic acid (HEDP). Disponible en: <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=4910> [acceso: 2-02-18].
- JECFA (2018d). Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Evaluations of the JECFA. Peroxyacid antimicrobial solutions. Disponible en: <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=4909> [acceso: 2-02-18].
- Kitis, M. (2004). Disinfection of wastewater with peracetic acid: a review. *Environmental International*, 30, pp: 47-55.
- Pinkernell, U., Effkemann, S. y Karst, U. (1997). Simultaneous HPLC Determination of Peroxyacetic Acid and Hydrogen Peroxide. *Analytical Chemistry*, 69, pp: 3623-3627.
- UE (2004). Reglamento (CE) N° 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. DO L 139 de 30 de abril de 2004, pp: 55-205.
- UE (2008). Reglamento (CE) N° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008 sobre aditivos alimentarios. DO L 354 de 31 de diciembre de 2008, pp: 16-33.