

# Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación a la seguridad del uso de una solución acuosa de peróxido de hidrógeno, ácido acético y ácido peracético (23/17/15) como coadyuvante tecnológico para la desinfección bacteriana del agua de lavado de lechugas y zanahorias cortadas, ajos pelados, boniatos, caquis, mangos y aguacates en las plantas de procesado

Número de referencia: AESAN-2019-006

Informe aprobado por el Comité Científico en su sesión plenaria de 26 de noviembre de 2019

## Grupo de trabajo

**Jordi Mañes Vinuesa (Coordinador), Elena González Fandos, Carmen Rubio Armendáriz, Ricardo López Rodríguez (AESAN)**

## Comité Científico

<b>Carlos Alonso Calleja</b> Universidad de León	<b>Rosa María Giner Pons</b> Universitat de València	<b>Sonia Marín Sillué</b> Universitat de Lleida	<b>Magdalena Rafecas Martínez</b> Universitat de Barcelona
<b>Montaña Cámara Hurtado</b> Universidad Complutense de Madrid	<b>Elena González Fandos</b> Universidad de La Rioja	<b>José Alfredo Martínez Hernández</b> Universidad de Navarra	<b>David Rodríguez Lázaro</b> Universidad de Burgos
<b>Álvaro Daschner</b> Hospital de La Princesa de Madrid	<b>María José González Muñoz</b> Universidad de Alcalá de Henares	<b>Francisco José Morales Navas</b> Consejo Superior de Investigaciones Científicas	<b>Carmen Rubio Armendáriz</b> Universidad de La Laguna
<b>Pablo Fernández Escámez</b> Universidad Politécnica de Cartagena	<b>Esther López García</b> Universidad Autónoma de Madrid	<b>Victoria Moreno Arribas</b> Consejo Superior de Investigaciones Científicas	<b>María José Ruiz Leal</b> Universitat de València
<b>Carlos Manuel Franco Abuín</b> Universidad de Santiago de Compostela	<b>Jordi Mañes Vinuesa</b> Universitat de València	<b>María del Puy Portillo Baquedano</b> Universidad del País Vasco	<b>Pau Talens Oliag</b> Universitat Politècnica de València

## Secretario técnico

Vicente Calderón Pascual

## Resumen

La empresa Productos Citrosol S.A. ha solicitado una evaluación de la seguridad del uso como coadyuvante tecnológico de una solución acuosa de peróxido de hidrógeno (23 %), ácido acético (17 %) y ácido peracético (15 %). Como estabilizantes se incluyen el ácido 1-hidroxietileno-1,1-difosfónico (HEDP) (<0,2 %) y el ácido dipicolínico (DPA) ( $\leq 0,01$  %).

El uso propuesto para el coadyuvante tecnológico es la desinfección bacteriana del agua de lavado de lechugas y zanahorias cortadas, ajos pelados, boniatos, caquis, mangos y aguacates en las plantas de procesado. Al desinfectar el agua utilizada para el lavado, esta 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 el consumo de agua. Las dosis de uso solicitadas son del 0,07 % para lechugas y zanahorias cortadas, 0,13 % para ajos pelados, 0,27 % para boniatos y aguacates, y 0,20 % para caquis y mangos.

Considerando el escenario más desfavorable de presencia de residuos y el consumo de lechugas, zanahorias, ajos, boniatos, caquis, mangos y aguacates en Europa, se ha llevado a cabo 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 del coadyuvante tecnológico no implica riesgo para la salud del consumidor.

### **Palabras clave**

Lechugas, zanahorias, ajos, boniatos, caquis, mangos, aguacates, coadyuvante tecnológico, desinfección bacteriana.

# **Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) on the safe use of an aqueous solution of hydrogen peroxide, acetic acid and peracetic acid (23/17/15) as a processing aid for the bacterial disinfection of the washing water used for cut carrots and lettuces, peeled garlic, sweet potatoes, persimmons, mangoes and avocados in processing plants**

## **Abstract**

The company Productos Citrosol S.A. has requested a safety assessment on the use of an aqueous solution containing hydrogen peroxide (23 %), acetic acid (17 %) and peracetic acid (15 %) as a processing aid. As stabilisers, 1-hydroxyethylidene-1,1-diphosphonic acid (HEDP) (<0.2 %) and dipicolinic acid (DPA) ( $\leq 0.01$  %) are included in the solution.

The proposed use of the processing aid is the bacterial disinfection of the washing water used for cut carrots and lettuces, peeled garlic, sweet potatoes, persimmons, mangoes and avocados in processing plants. By disinfecting the washing water, it can be employed for the consecutive washing of fruits and vegetables through a recirculation system, keeping the water in suitable conditions and reducing water consumption. The dosages requested are 0.07 % for cut carrots and lettuces, 0.13 % for peeled garlic, 0.27 % for sweet potatoes and avocados, and 0.20 % for persimmons and mangoes.

Considering the worst-case scenario for the presence of residue and the consumption of lettuces, carrots, garlic, sweet potatoes, persimmons, mangoes and avocados in Europe, a daily intake 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 taking into account the proposed composition and conditions of use, the use of the processing aid does not involve a health risk for the consumer.

## **Key words**

Lettuces, carrots, garlic, sweet potatoes, persimmons, mangoes, avocados, processing aid, bacterial disinfection.

## 1. Introducción

La empresa Productos Citrosol S.A., ubicada en Potrías (Valencia), ha solicitado una evaluación de la seguridad del uso de una solución acuosa de peróxido de hidrógeno (23 %), ácido acético (17 %) y ácido peracético (15 %), como coadyuvante tecnológico en el proceso de desinfección bacteriana de las aguas utilizadas en el lavado de lechugas y zanahorias cortadas, ajos pelados, boniatos, caquis, mangos, aguacates a su llegada a las plantas de procesado. El coadyuvante, fabricado por la empresa Solvay Chemicals International S.A. (Bruselas, Bélgica), está formado por dos compuestos activos: peróxido de hidrógeno y ácido acético en solución acuosa, que dan lugar a la formación de un tercer compuesto activo, el ácido peracético, a través de un equilibrio químico. Para mantener ese equilibrio, se incluyen además como estabilizantes el ácido 1-hidroxi-etilen-1,1-difosfónico (HEDP) (<0,2 %) y el ácido dipicolínico (DPA) (≤0,01 %). Se trata de la misma solución acuosa evaluada anteriormente por el Comité Científico de la AESAN en 2016 para su uso en cítricos y tomates (AESAN, 2016), y tiene una composición similar a otra solución evaluada anteriormente en 2013 (AESAN, 2013).

Atendiendo a dicha solicitud, el Consejo de Dirección de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) ha solicitado al Comité Científico que evalúe la seguridad del uso de la citada solución acuosa como coadyuvante tecnológico teniendo en cuenta las “Líneas directrices de la documentación precisa para la evaluación de coadyuvantes tecnológicos que se pretenden emplear en la alimentación humana” (AESAN, 2010).

En cuanto a los usos autorizados de sus componentes en alimentación humana, el peróxido de hidrógeno se encuentra autorizado en Francia como coadyuvante tecnológico en tripas; el ácido acético es un aditivo alimentario autorizado en la Unión Europea (E 260) y el ácido peracético se encuentra autorizado como aditivo o coadyuvante tecnológico en países como Canadá o Australia. Respecto a los estabilizantes, el HEDP se encuentra autorizado como coadyuvante tecnológico o aditivo formando parte de soluciones para la desinfección de carne, hortalizas o frutas en Australia y Estados Unidos, y el DPA se encuentra presente en un alimento fermentado tradicional japonés.

Dado que no se puede descartar la presencia de residuos en los productos finales (hortalizas y frutas) tras el empleo de esta solución acuosa, 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 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

El producto propuesto como coadyuvante tecnológico, con denominación comercial Citroicide Plus, es una solución acuosa de peróxido de hidrógeno (23 %) y ácido acético (17 %) que se mantiene en equilibrio químico con ácido peracético (15 %) y agua. Para mantener el citado equilibrio se utilizan además dos estabilizantes (ácido 1-hidroxietileno-1,1-difosfónico (HEDP) (<0,2 %) y ácido dipicolínico (DPA) ( $\leq 0,01$  %)).

### 2.2 Uso previsto para la sustancia

Coadyuvante tecnológico en el proceso de desinfección bacteriana del agua utilizada en el lavado de lechugas y zanahorias cortadas, ajos pelados, boniatos, caquis, mangos y aguacates en las plantas de procesado.

### 2.3 Usos autorizados en alimentación humana

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

Tabla 1. Ejemplos 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 límite de residuo de peróxido de hidrógeno de 10 ppm	Unión Europea (UE, 2004)
	Evaluación toxicológica favorable como coadyuvante tecnológico en el procesado de hemoderivados y cefalópodos	España (AESAN, 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 decolorar y mantener el pH (100 mg/kg) y en vainas de avena como agente blanqueante (GMP)	Canadá (DJC, 2019)
	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 %), emulsionantes (1,25 %), huevos deshidratados, estómagos, patas de carne de vacuno, arenques, vino, té y vinagre de vino	Estados Unidos (FDA, 2019a)
	Autorizado, en combinación con ácido acético, 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 59 mg/kg en la solución de lavado	Estados Unidos (FDA, 2019b)
	Autorizado su uso como coadyuvante tecnológico (agente blanqueante, de lavado y "peeling", estabilizador de pH e inhibidor) en varios alimentos (5 mg/kg)	Australia (ANZFSC, 2019)
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)

Tabla 1. Ejemplos de usos autorizados y evaluaciones		
Sustancia	Uso autorizado/evaluación	País/Referencia
<b>Ácido peracético</b>	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)
	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, 2019b)
	Autorizado como aditivo alimentario (agente modificador de almidón)	Canadá (DJC, 2019)
	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, 2019)
<b>Ácido 1-hidroxi-1,1-difosfónico (HEDP)</b>	Autorizado junto con ácido peracético 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, 2019b)
	Autorizado el aditivo mezcla de ácido peracético, ácido octanoico, ácido acético, peróxido de hidrógeno, ácido peroxioctanoico y HEDP como desinfectante de canales de aves, partes, tripas y órganos con una concentración máxima de peroxiácidos de 220 mg/kg como ácido peracético, 110 mg/kg de peróxido de hidrógeno y 13 mg/kg de HEDP	Estados Unidos (FDA, 2019c)
	Evaluación toxicológica favorable de soluciones de ácido acético, ácido peracético, peróxido de hidrógeno y HEDP (pudiendo incluir también ácido octanoico y peroxioctanoico) para su uso en canales de aves y carne	(EFSA, 2014)
	Autorizado como coadyuvante tecnológico en agua y como agente quelante en desinfectantes de carne, frutas y hortalizas	Australia (ANZFSC, 2019)
<b>Ácido dipicolínico (DPA)</b>	Incluido en la base de datos de <i>Effective Food Contact Substance (FCS) Notifications</i> formando fundamentalmente parte de disoluciones acuosas junto con ácido acético, ácido peracético, peróxido de hidrógeno y HEDP	Estados Unidos (FDA, 2019d)
	Presente en las esporas de la bacteria <i>Bacillus subtilis</i> y se encuentra en grandes cantidades en un alimento fermentado tradicional japonés conocido como <i>natto</i> <sup>1</sup> , alimento que consiste en semillas de soja fermentadas	Japón (Ohsugi et al., 2005)

<sup>1</sup>La ingesta diaria media de ácido dipicolínico (DPA) de la población japonesa proveniente del alimento *natto* es de 0,6-4 mg (Ohsugi y Sumi, 2011).

## 2.4 Ingestas Diarias Admisibles

No se ha establecido una IDA para el peróxido de hidrógeno, el ácido peracético, el DPA y el HEDP como componentes individuales (EFSA, 2019a) (JECFA, 2019a). En lo que respecta al ácido acético,

se encuentra autorizado como aditivo alimentario (E 260) con una dosis máxima específica *quantum satis* (UE, 2008).

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) 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, 2019b). JECFA considera además que en las condiciones de uso previstas para esas soluciones, 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

El producto propuesto como coadyuvante tecnológico es una solución acuosa de peróxido de hidrógeno (23 %) y ácido acético (17 %) en equilibrio químico con ácido peracético (15 %) y agua. Según se indica en la solicitud, junto a los compuestos activos, el producto contiene dos estabilizantes: ácido 1-hidroxietileno-1,1-difosfónico (HEDP) (<0,2 %) y ácido dipicolínico (DPA) (≤0,01 %). En la tabla 2 se muestra la composición del coadyuvante.

**Tabla 2.** Composición del coadyuvante tecnológico Citroside Plus

Componente	Función	N° CAS	Peso molecular (g/mol)
Peróxido de hidrógeno	Sustancia activa	7722-84-1	34
Ácido acético	Sustancia activa	64-19-7	60,1
Ácido peracético	Sustancia activa	79-21-0	76,1
Ácido 1-hidroxietileno-1,1-difosfónico (HEDP)	Estabilizante	2809-21-4	205,02
Ácido dipicolínico (DPA)	Estabilizante	499-83-2	167,12
pH <1,5			

#### 3.2 Especificaciones del producto

En la tabla 3 se incluyen las especificaciones y los resultados de los análisis de cuatro lotes del coadyuvante tecnológico evaluado.

**Tabla 3.** Especificaciones y resultados del análisis de cuatro lotes de Citroside Plus

Componente	Especificaciones (% p/p)	Certificados de análisis (% p/p)			
Peróxido de hidrógeno	21-24	22,5	22,3	22,5	22,5
Ácido acético	-	-	-	-	-
Ácido peracético	14,5-15,5	15	15,1	14,9	14,9
Ácido 1-hidroxietileno-1,1-difosfónico (HEDP)	<0,2 %	0,164	0,172	0,179	0,155
Ácido dipicolínico (DPA)	≤0,01 %	0,0034	0,0018	0,0097	0,0116

### 3.2.1 Estabilidad del producto

El solicitante emplea el mismo formulado evaluado en 2016 para el que aportó datos con el fin de demostrar que es estable a temperatura ambiente, siendo la pérdida de concentración del ácido peracético de aproximadamente 1 % p/p al año (AESAN, 2016).

### 3.2.2 Reactividad

Tal y como se indicaba en el informe de 2016, 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, 2014) (AESAN, 2016).

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  $\beta$ -caroteno) presentes en frutas y verduras (JECFA, 2006).

## 4. Función tecnológica

### 4.1 Uso tecnológico alegado

El solicitante alega que el uso tecnológico es el de desinfectante bacteriano de las aguas utilizadas en el lavado de lechugas y zanahorias cortadas, ajos pelados, boniatos, caquis, mangos y aguacates. El lavado de las frutas y hortalizas tiene lugar a su llegada a las plantas de procesado con objeto de minimizar las contaminaciones o recontaminaciones durante esta primera fase del procesado. Asimismo, permite disminuir el consumo de agua en las centrales hortofrutícolas y evita la emisión de vertidos con una fuerte carga química contaminante.

Otras ventajas indicadas por el solicitante, además de su eficacia, es que no altera la calidad y valor nutricional de los alimentos tratados y presenta un nivel de fitotoxicidad muy bajo.

### 4.2 Alimentos o grupo de alimentos de destino

Agua utilizada en el lavado de lechugas y zanahorias cortadas, ajos pelados, boniatos, caquis, mangos y aguacates.

### 4.3 Nivel de uso solicitado

Según indica el solicitante, las dosis de coadyuvante tecnológico a utilizar son las reflejadas en la tabla 4.

El tiempo de contacto máximo de las frutas y hortalizas con las soluciones de lavado será de 1 minuto y estas soluciones se renovarán por completo diariamente. Tras el lavado se realizará un enjuagado final de las frutas y hortalizas con agua potable.

**Tabla 4.** Dosis de uso de Citrocide Plus y concentraciones de sus componentes en las soluciones de lavado

Producto	Dosis de uso (% V/V)	Concentraciones en la soluciones de lavado (mg/l)			
		Acido peracético	Peróxido de hidrogeno	HEDP	DPA
Lechugas cortadas	0,07	100	153	1,33	0,07
Zanahorias cortadas	0,07	100	153	1,33	0,07
Ajos pelados	0,13	200	306	2,67	0,14
Boniatos	0,27	400	612	5,32	0,28
Caquis	0,20	300	459	4	0,21
Mangos	0,20	300	459	4	0,21
Aguacates	0,27	400	612	5,32	0,28

#### 4.4 Justificación del uso, interés y eficacia

Tal como se indicaba en los informes del Comité Científico de 2013 y 2016 (AESAN, 2013, 2016), el primer tratamiento postcosecha que se realiza en los productos vegetales es el lavado, siendo 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 que se garantice que los productos de degradación y residuos del agente antimicrobiano utilizado no representen un riesgo para la salud del consumidor ni para el medioambiente.

Según indica el solicitante, en el caso de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas esta problemática cobra aún más relevancia ya que algunos de estos productos se comercializan “listos para su consumo”, lo que implica que el consumidor final no realiza en su hogar, previo al consumo, operación alguna de lavado o higienizado del producto. A nivel industrial, si el proceso de lavado se realizara sólo con agua potable de red, esta agua se contaminaría rápidamente, alcanzando en poco tiempo niveles de contaminación microbiológica que supondrían un riesgo para el consumidor. Por esta razón el agua de lavado debería ser continuamente renovada para reducir dicho riesgo, lo que implicaría un elevado consumo de agua y un marcado impacto ambiental.

El solicitante destaca como ventaja frente a los desinfectantes más utilizados en el sector a base de cloro (hipoclorito sódico y, en menor medida, dióxido de cloro o hipoclorito cálcico) la ausencia de evidencias respecto a la formación de derivados potencialmente nocivos como los trihalometanos (Monarca et al., 2002). En este sentido, se aportan los resultados de un ensayo realizado con hortalizas mínimamente procesadas lavadas con distintas dosis de Citrocide Plus (250, 375 y 500 ppm

de ácido peracético) en los que se observa que el uso del coadyuvante tecnológico no aumenta la concentración de trihalometanos presentes en el agua utilizada.

Asimismo, indica que las mezclas de ácido peracético/peróxido de hidrógeno son un tipo de desinfectante que presenta uno de los espectros de actividad más amplio, altas eficacias en rangos variados de pH y temperaturas de trabajo, no siendo además un factor limitante en dicha actividad la presencia de materia orgánica. Asimismo, se destaca que al renovar el agua de lavado diariamente, se minimiza la posibilidad de que se acumulen residuos en los productos vegetales sometidos al lavado de aquellos componentes del coadyuvante que no se degraden.

#### 4.4.1 Estudios de eficacia

El solicitante aporta los resultados de los ensayos llevados a cabo a escala piloto para establecer la dosis de coadyuvante tecnológico necesarias para mantener las aguas de lavado recirculantes en las condiciones microbiológicas adecuadas para todos los usos solicitados:

- En el caso de las lechugas y zanahorias, se llevó a cabo un ensayo en el que fueron inoculadas con *Escherichia coli* O157:H7 (4,42-4,54 log UFC/ml) y, posteriormente, lavadas durante 45 segundos con soluciones de lavado preparadas con distintas dosis del coadyuvante tecnológico (250, 375 y 500 ppm de ácido peracético). Los recuentos de *Escherichia coli* fueron inferiores al límite de detección (1 UFC/ml) en todas las soluciones de lavado analizadas. Petri et al. (2015) también obtuvieron recuentos de *Escherichia coli* O157:H7 inferiores al límite de detección (1 UFC/ml) en las soluciones de lavado, en un ensayo en el que se inoculó el agua de lavado de lechugas y zanahorias con 9 log UFC/ml y se realizó posteriormente un lavado durante 2 minutos con una solución del coadyuvante tecnológico (100 ppm de ácido peracético).
- Para los ajos pelados, se tomaron muestras de las soluciones de lavado a tiempo 0 (solución recién preparada) y tras 1 y 2 horas de utilización para el lavado en balsa. El tiempo de inmersión de los ajos pelados fue de 1 minuto y la solución de lavado se preparó añadiendo Citrocide Plus al 0,13 % (200 ppm de ácido peracético). Los recuentos de bacterias mesófilas totales, enterobacterias, mohos y levaduras y bacterias lácticas fueron inferiores al límite de detección en todas las soluciones de lavado analizadas.
- En el caso de los boniatos, se realizó la inmersión durante 1 minuto en dos soluciones de lavado preparadas con Citrocide Plus al 0,20 % (300 ppm de ácido peracético) y al 0,27 % (400 ppm de ácido peracético). Se tomaron muestras a tiempo 0 (soluciones recién preparadas) y tras el lavado sucesivo de 10 palets. Los recuentos de bacterias mesófilas totales y mohos y levaduras fueron inferiores en todos los casos al límite de detección para la solución de lavado preparada con Citrocide Plus al 0,27 %.
- Respecto a los caquis se llevó a cabo una simulación en un sistema dinámico, hasta completar 32 ciclos de lavado, con dos soluciones de lavado preparadas con Citrocide Plus al 0,13 % (200 ppm de ácido peracético) y 0,20 % (300 ppm de ácido peracético), respectivamente. En el caso de las muestras de la solución preparada con Citrocide Plus al 0,20 %, los recuentos de bacterias mesófilas totales fueron en todos los casos inferiores al límite de detección. Para

los mangos se llevó a cabo un ensayo piloto semiindustrial en el que se fue añadiendo una dosis creciente de Citroicide Plus hasta alcanzar una concentración acumulada de 400 ppm de ácido peracético. Los recuentos de bacterias mesófilas totales, enterobacterias y mohos y levaduras fueron inferiores al límite de detección para las dosis de Citroicide Plus del 0,20 y 0,27 %.

- En el caso de los aguacates se presentan los resultados de un estudio realizado con un coadyuvante tecnológico (utilizado al 0,8 %, 400 ppm de ácido peracético) con los mismos componentes que el coadyuvante en estudio aunque en menor concentración. Se tomaron muestras de las soluciones a tiempo 0 (solución recién preparada) y tras 1, 2, 3 y 4,5 horas de utilización en el lavado de aguacates. Los recuentos de mesófilos aerobios, coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* fueron en todos los casos inferiores al límite de detección.
- Adicionalmente, se aportan los resultados de un ensayo llevado a cabo por un laboratorio independiente en el que se recogen 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*, Enterococo y *Clostridium perfringens*) (BOE, 2003). Para llevar a cabo el ensayo, a las muestras de agua inoculadas se les adicionó Citroicide Plus al 0,07 y 0,27 %, obteniéndose en todos los casos recuentos inferiores el límite de detección (1 UFC/ml) desde los primeros 30 segundos de contacto.

En lo que respecta a la fitotoxicidad, el solicitante presenta los resultados de los ensayos llevados a cabo con algunos de los productos en los que se fijan los umbrales de fitotoxicidad.

## 4.5 Descripción del proceso

### 4.5.1 Formas de incorporación del coadyuvante tecnológico

La incorporación del coadyuvante tecnológico tiene lugar durante el lavado de los productos hortofrutícolas a su llegada a las plantas de procesado. En el caso de las lechugas, zanahorias y ajos pelados se utiliza el sistema denominado lavadora, consiste en una balsa de volumen variable en donde entran las hortalizas previamente cortadas (o no dependiendo del tamaño), para ser lavadas y, a continuación, proceder a un enjuague final con agua potable mediante un sistema de duchas a presión. El tiempo de máximo permanencia en la balsa es de 1 minuto. Posteriormente, las hortalizas se centrifugan para eliminar la mayor cantidad posible de agua antes de ser envasadas.

El lavado de los otros productos vegetales (aguacates, boniatos, caquis y mangos) se puede realizar por inmersión en balsa o mediante duchas a presión o cascadas sobre cepillos, volcándose la fruta sobre una cinta transportadora que alimenta una lavadora de cepillos sobre los cuales se mueve. En ambos casos, el tiempo máximo de contacto con la solución de lavado es de 1 minuto y tras el lavado tiene lugar un enjuagado final con agua potable mediante duchas.

La adición del coadyuvante tecnológico al agua de lavado de las balsas o las duchas tiene lugar mediante dosificadores automáticos programables, utilizándose además sondas para medir y mantener constante la concentración de ácido peracético. Estas soluciones de lavado se renuevan por completo diariamente.

#### 4.5.2 Identificación de las fases de eliminación del coadyuvante tecnológico

En el caso de las sustancias activas, cabe esperar que su presencia en las frutas y hortalizas fuera despreciable dado que estas sustancias se descomponen rápidamente dando lugar a ácido acético, agua y oxígeno.

Con respecto a los estabilizantes, en un formulado evaluado en 2013 con los mismos componentes pero en distinta proporción se verificó que el HEDP no solo no se acumulaba sino que, a diferencia del DPA, se degradaba con los sucesivos tratamientos. Además, se indicaba que el ácido peracético se mantiene o disminuye ligeramente en las soluciones finales de tratamiento de pimientos y cítricos por la dosificación continua que compensaba su degradación (AESAN, 2013).

El DPA se acumula en la solución de lavado a medida que se utiliza en ciclos sucesivos. En este caso, la solución de lavado se renueva diariamente por lo que cabría esperar que el nivel de residuo de ácido dipicolínico en estas matrices sea inferior al nivel detectado en la evaluación llevada a cabo para cítricos y tomates (AESAN, 2016).

El solicitante afirma además que tanto las frutas como las hortalizas se someten a un enjuagado final con agua potable antes de proceder a la comercialización evitando la posible presencia de residuos del ácido peracético o de los estabilizantes en estos alimentos. Adicionalmente, en el caso de las zanahorias y lechugas tras el enjuagado final con agua potable se someten a un centrifugado mecánico con objeto de eliminar la mayor cantidad de agua posible de la superficie.

### 5. Estudios de residuos

Tal como se indicaba en el informe de 2016 (AESAN, 2016), este tipo de soluciones han sido objeto de evaluación tanto por parte de JECFA como de EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria). En este sentido, 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).

Por su parte, EFSA (2005) 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- hidroxietiliden-1,1-difosfónico (HEDP) (<1 %), concluyéndose que en las condiciones de uso descritas no suponen un problema de seguridad. 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 2000 ppm.

Respecto al coadyuvante tecnológico objeto de evaluación, tal y como se ha indicado, se clasifica dentro de una situación 4: sustancia autorizada en alimentación humana cuya IDA no está estable-

cida 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).

En este sentido, el solicitante presenta los resultados de un estudio llevado a cabo para la determinación de residuos de ácido peracético, HEDP y DPA en las soluciones de lavado de las frutas y hortalizas objeto de la solicitud. El estudio fue llevado a cabo por el solicitante en una planta piloto mediante una simulación en la que a la solución de lavado se le añadió materia orgánica, sólidos en suspensión y una carga microbiana con objeto de simular las condiciones más cercanas a la realidad.

Se tomaron muestras de las soluciones de lavado de las frutas y hortalizas correspondientes a tres etapas del proceso:

- Solución pretratamiento (ciclo 0): muestra tomada una vez añadido el coadyuvante tecnológico al agua de lavado en las dosis solicitadas para cada fruta y hortaliza, y antes de comenzar el proceso de lavado.
- Solución postratamiento (ciclo 10): muestra tomada después de 10 ciclos simulados de lavado y con un tiempo de contacto de la solución con las frutas y hortalizas de 1 minuto.
- Agua postenjuagado: muestra tomada tras el enjuagado final con agua destilada de las frutas y hortalizas previamente escurridas durante 10 segundos.

Los análisis de ácido peracético fueron llevados a cabo mediante un analizador amperométrico (Tabla 5). En lo que respecta al HEDP y el DPA, los análisis fueron llevados a cabo por un laboratorio externo contratado por la industria solicitante del informe mediante LC-MS/MS, con unos límites de detección y cuantificación de 0,01 µg/l y 0,1 µg/l para el HEDP (Tabla 6), y de 0,25 µg/l y 1 µg/l en el caso del DPA (Tabla 7).

<b>Muestras</b>	<b>Solución pretratamiento</b>	<b>Solución postratamiento</b>	<b>Agua postenjuagado</b>
Lechuga cortada	102	104	n.d.
Zanahoria cortada	107	104	n.d.
Ajos pelados	202	201	n.d.
Boniato entero	407	400	n.d.
Aguacate entero	408	406	n.d.
Mango entero	304	300	n.d.
Caqui entero	308	290	n.d.

n.d.: no detectado. Límite de detección: 1 ppm.

<b>Tabla 6.</b> Contenidos de HEDP (mg/l) en las soluciones de lavado y el agua postenjuagado			
<b>Muestras</b>	<b>Solución pretratamiento</b>	<b>Solución postratamiento</b>	<b>Agua postenjuagado</b>
Lechuga cortada	1,1191	2,6757	1,7176
Zanahoria cortada	0,6122	1,7022	0,9177
Ajos pelados	1,3357	2,8356	1,3442
Boniato entero	4,5543	11,6080	0,2887
Aguacate entero	5,3349	8,5232	2,2730
Mango entero	3,6371	6,8793	1,2105
Caqui entero	3,7477	3,5599	1,3174

<b>Tabla 7.</b> Contenidos de DPA (mg/l) en las soluciones de lavado y el agua postenjuagado			
<b>Muestras</b>	<b>Solución pretratamiento</b>	<b>Solución postratamiento</b>	<b>Agua postenjuagado</b>
Lechuga cortada	0,0720	0,1322	0,0760
Zanahoria cortada	0,0687	0,1322	0,0834
Ajos pelados	0,1129	0,1799	0,0864
Boniato entero	0,2356	0,5581	0,0965
Aguacate entero	0,3145	0,4665	0,1148
Mango entero	0,3060	0,5933	0,1393
Caqui entero	0,3582	0,5707	0,1561

A diferencia de otros estudios (AESAN, 2013) realizados en planta piloto con condiciones de uso reales, en este caso realizado en planta piloto mediante una simulación el HEDP no se degrada.

La estimación de los residuos de ácido peracético, HEDP y DPA presentes en las frutas y hortalizas se llevó a cabo determinando, por diferencia de peso, el agua que queda retenida en cada tipo de fruta y hortaliza tras el tratamiento con la solución y considerando, posteriormente, que toda esa agua retenida se evapora dejando residuos de HEDP y DPA sobre las frutas y hortalizas. Para llevar a cabo la estimación de residuos de HEDP y DPA se utilizan las concentraciones medidas en las soluciones postratamiento dado que, en algunos casos, las concentraciones en las soluciones pretratamiento son inferiores a las esperadas (Tabla 8). De este modo, se considera un peor escenario ante posibles variaciones en la dosificación del coadyuvante tecnológico.

En el caso del ácido peracético, no se detecta en las aguas postenjuagado tal y como cabría esperar de su descomposición en ácido acético y agua (EFSA, 2014).

<b>Tabla 8.</b> Estimación de residuos (mg/kg) de HEDP y DPA en las frutas y hortalizas		
<b>Muestras</b>	<b>HEDP</b>	<b>DPA</b>
Lechuga cortada	0,1579	0,0078
Zanahoria cortada	0,1958	0,0152
Ajos pelados	0,0539	0,0034
Boniato entero	0,0929	0,0045
Aguacate entero	0,0511	0,0028
Mango entero	0,0069	0,0006
Caqui entero	0,0142	0,0023

## 6. Estudios y datos relativos a la inocuidad del DPA y el HEDP

Como ya se ha indicado, no hay una IDA establecida para el DPA y el HEDP. De forma similar al procedimiento seguido en el 2016 para este mismo coadyuvante tecnológico (AESAN, 2016), la evaluación del riesgo se basa en la determinación del 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 observable) y la ingesta diaria estimada (IDE).

En este sentido, EFSA (2009) evaluó los picolinatos de cromo y cinc como complementos alimenticios basándose en el cálculo del MOS. Dicha evaluación concluye que los picolinatos no suponen un riesgo para el consumidor. Para ello, se estableció un NOAEL de 2100 mg/kg p.c./día para el ácido picolínico en base a un estudio llevado a cabo en ratas (NTP, 2008) (EFSA, 2009) y se estimó la exposición por el uso de picolinato de cinc (Zn) como fuente de Zn en 1,57 mg picolinato/kg p.c./día. En el caso del HEDP, se ha establecido un NOAEL de 50 mg/kg p.c./día en base a estudios llevados a cabo en ratas y conejos (EFSA, 2014).

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

Para realizar la estimación de la exposición se ha tenido en cuenta el país de la Unión Europea con el consumo más elevado (media y percentil 95 para solo consumidores) para cada producto, tanto para adultos, como niños de 1 a 3 años (*toddlers*), de acuerdo a la *Comprehensive European Food Consumption Database* de EFSA (2019b). Como criterio adicional, no se han tenido en cuenta los datos correspondientes a un número de consumidores  $<10$ , excepto en el caso de que fueran los únicos datos disponibles (caquis en niños). En el caso de España, se han utilizado los datos de consumo recogidos en ENALIA (Encuesta Nacional de Alimentación en la población Infantil y Adolescente) y ENALIA 2 (Encuesta Nacional de Alimentación en población adulta, mayores y embarazadas), ambas incluidas en la *Comprehensive European Food Consumption Database*. En este sentido, en el caso de los adultos se han utilizado los consumos más elevados de lechugas (datos de España), zanahorias (Holanda), ajos (Rumania), boniatos (Francia), aguacates (Bélgica), mangos (Portugal)

y caquis (Estonia) (Tablas 9-10); y, en el caso de los niños (1-3 años), los consumos más elevados de lechugas (Holanda), zanahorias (Finlandia), ajos (Letonia), boniatos (Portugal), aguacates (Reino Unido), mangos (Reino Unido) y caquis (Estonia) (Tablas 11-12).

<b>Tabla 9.</b> Estimación de la exposición al DPA en adultos y cálculo del MOS				
<b>Producto</b>	<b>Adultos</b>			
	<b>Consumo (g/kg p.c./día)</b>		<b>IDE (mg DPA/kg p.c./día)</b>	<b>MOS</b>
Lechugas	Media	0,69	0,00000538	390 189 521
	P95	1,88	0,00001466	143 207 856
Zanahorias	Media	0,66	0,00001003	209 330 144
	P95	1,85	0,00002812	74 679 943
Ajos	Media	0,05	0,00000017	12 352 941 176
	P95	0,13	0,00000044	4 751 131 222
Boniatos	Media	0,87	0,00000392	536 398 467
	P95	1,66	0,00000747	281 124 498
Aguacates	Media	0,75	0,00000210	1 000 000 000
	P95	1,71	0,00000479	438 596 491
Mangos	Media*	1,80	0,00000108	1 944 444 444
	P95*	3,80	0,00000228	921 052 632
Caquis	Media	1,36	0,00000313	671 355 499
	P95	3,01	0,00000692	303 336 704

\*Incluye mango, zumo y néctar de mango.

<b>Tabla 10.</b> Estimación de la exposición al HEDP en adultos y cálculo del MOS				
<b>Producto</b>	<b>Adultos</b>			
	<b>Consumo (g/kg p.c./día)</b>		<b>IDE (mg HEDP/kg p.c./día)</b>	<b>MOS</b>
Lechugas	Media	0,69	0,000109	458 922
	P95	1,88	0,000297	168 434
Zanahorias	Media	0,66	0,000129	386 913
	P95	1,85	0,000362	138 034
Ajos	Media	0,05	0,000003	18 552 876
	P95	0,13	0,000007	7 135 721
Boniatos	Media	0,87	0,000081	618 636
	P95	1,66	0,000154	324 225
Aguacates	Media	0,75	0,000038	1 304 631
	P95	1,71	0,000087	572 207
Mangos	Media*	1,80	0,000012	4 025 765
	P95*	3,80	0,000026	1 906 941
Caquis	Media	1,36	0,000019	2 589 064
	P95	3,01	0,000043	1 169 810

\*Incluye mango, zumo y néctar de mango.

Para la obtención de las ingestas diarias estimadas (IDE), se consideran los residuos estimados de DPA y HEDP para cada producto (Tabla 8). En base a la ingesta diaria estimada y los NOAELs (2100 mg DAP/kg p.c./día y 50 mg HEDP/kg p.c./día) se calculan los márgenes de seguridad (MOS) (Tablas 9-12).

<b>Tabla 11. Estimación de la exposición al DPA en niños (1-3 años) y cálculo del MOS</b>				
<b>Producto</b>	<b>Niños</b>			
		<b>Consumo (g/kg p.c./día)</b>	<b>IDE (mg DPA/kg p.c./día)</b>	<b>MOS</b>
Lechugas	Media	1,37	0,00001069	196 518 810
	P95	2,75	0,00002145	97 902 098
Zanahorias	Media	2,60	0,00003952	53 137 652
	P95	6,58	0,00010002	20 996 641
Ajos	Media	0,16	0,00000054	3 860 294 118
	P95	0,38	0,00000129	1 625 386 997
Boniatos	Media	2,00	0,00000900	233 333 333
	P95	4,43	0,00001994	105 342 363
Aguacates	Media	1,36	0,00000381	551 470 588
	P95	3,91	0,00001095	191 815 857
Mangos	Media*	5,26	0,00000316	665 399 240
	P95*	13,71	0,00000823	255 288 111
Caquis	Media	4,15	0,00000955	220 010 477
	P95	6,81	0,00001566	134 073 932

\*Incluye mango, zumo y néctar de mango.

<b>Tabla 12. Estimación de la exposición al HEDP en niños (1-3 años) y cálculo del MOS</b>				
<b>Producto</b>	<b>Niños</b>			
		<b>Consumo (g/kg p.c./día)</b>	<b>IDE (mg HEDP/kg p.c./día)</b>	<b>MOS</b>
Lechugas	Media	1,37	0,000216	231 136
	P95	2,75	0,000434	115 148
Zanahorias	Media	2,60	0,000509	98 216
	P95	6,58	0,001288	38 809
Ajos	Media	0,16	0,000009	5 797 774
	P95	0,38	0,000020	2 441 168
Boniatos	Media	2,00	0,000186	269 107
	P95	4,43	0,000412	121 493
Aguacates	Media	1,36	0,000069	719 466
	P95	3,91	0,000200	250 249
Mangos	Media*	5,26	0,000036	1 377 638
	P95*	13,71	0,000095	528 547
Caquis	Media	4,15	0,000059	848 464
	P95	6,81	0,000097	517 052

\*Incluye mango, zumo y néctar de mango.

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 dossier de la solicitud de evaluación de la seguridad del uso de una solución acuosa de peróxido de hidrógeno (23 %), ácido acético (17 %), ácido peracético (15 %), ácido 1-hidroxietileno-1,1-difosfónico (HEDP) (<0,2 %) y ácido dipicolínico (DPA) ( $\leq 0,01$  %) como coadyuvante tecnológico en el proceso de desinfección bacteriana del agua utilizada en el lavado de lechugas y zanahorias cortadas, ajos pelados, boniatos, caquis, mangos y aguacates en 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 tecnológico no implica riesgo para la salud del consumidor.

Las conclusiones de este informe se refieren exclusivamente a la solución 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 y hortalizas tratadas, las condiciones climáticas o la sociedad pueden influir en las concentraciones 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 tecnológico en el proceso de la desinfección bacteriana del agua utilizada en el lavado de lechugas y zanahorias cortadas, ajos pelados, boniatos, caquis, mangos y aguacates en las plantas de procesado. Este uso implica un enjuagado final con agua potable, de forma consecutiva a la aplicación del agua de lavado con el coadyuvante tecnológico, de forma que se eliminen los posibles residuos en las frutas y hortalizas.

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

- AESAN (2010). Agencia Española de 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 AESAN*, 12, pp: 79-93.
- AESAN (2011). Agencia Española de 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 AESAN*, 15, pp: 11-32.
- AESAN (2013). Agencia Española de 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 AESAN*, 18, pp: 53-69.
- AESAN (2016). Agencia Española de 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 AESAN*, 23, pp: 21-43.
- ANZFSC (2019). Australia New Zealand Food Standards Code. Standard 1.3.3 Processing aids. Disponible en: <https://www.legislation.gov.au/Details/F2016C00196> [acceso: 19-11-19].
- Arrêté (2006). Arrêté du 19 de octobre 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: 19-11-19].
- 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 (2019). 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](http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/C.R.C.,_c._870/Full-Text.html) [acceso: 19-11-19].
- EFSA (2005). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. 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. *EFSA Journal*, 297, pp: 1-27.
- EFSA (2009). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Scientific Opinion on chromium picolinate, zinc picolinate and zinc picolinate dehydrate added for nutritional purposes in food supplements. *EFSA Journal*, 1113, pp: 1-41.
- EFSA (2014). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. 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 (2019a). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Chemical hazards data – OpenFoodTox. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/en/data/chemical-hazards-data> [acceso: 12-11-19].
- EFSA (2019b). Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Comprehensive European Food Consumption Database. Disponible en: <http://www.efsa.europa.eu/en/food-consumption/comprehensive-database> [acceso: 12-11-19].
- FDA (2019a). Food and Drug Administration. Direct Food Substances Affirmed as Generally Recognized as Safe. §184.1366 Hydrogen peroxide. Disponible en: <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&SID=3922fd7a-c44288a0e9e699cc3607b353&rgn=div8&view=text&node=21:3.0.1.1.14.2.1.102&idno=21> [acceso: 12-11-19].
- FDA (2019b). 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](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=9e43c8243ba638d9049d069fcc658ec5&mc=true&node=pt21.3.173&rgn=div5#se21.3.173_1315) [acceso: 12-11-19].
- FDA (2019c). 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](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=9e43c8243ba638d9049d069fcc658ec5&mc=true&node=pt21.3.173&rgn=div5#se21.3.173_1315) [acceso: 12-11-19].
- FDA (2019d). 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: 12-11-19].
- 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: 12-11-19].

- 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: 8-17.
- 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 (2019a). Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Evaluations of the JECFA. Disponible en: <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/search.aspx> [acceso: 12-11-19].
- JECFA (2019b). Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Evaluations of the JECFA. Peroxy-acid antimicrobial solutions. Disponible en: <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=4909> [acceso: 12-11-19].
- Monarca, S., Richardson, S.D., Feretti, D., Grottolo, M., Thruston, J.A.D., Zani, C., Navazio, G., Ragazzo, P., Zerbini, I. y Alberti, A. (2002). Mutagenicity and disinfection by-products in surface drinking water disinfected peracetic acid. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 21 (2), pp: 309-318.
- NTP (2008). National Toxicology Program. Toxicology and carcinogenesis studies of chromium picolinate monohydrate (CAS No. 27882-76-4) in F344/N rats and B6C3F1 mice (feed studies). Technical Report Series No. 556, NIH Publication No. 8-5897. National Institutes of Health, Public Health Service, US Department of Health and Human Services, Research Triangle Park (draft).
- Ohnogi, T., Ikeda, S. y Sumi, H. (2005). Anti-platelet aggregation and anti-blood coagulation activities of dipicolinic acid, a spore component of *Bacillus subtilis* Natto. *Food Science and Technology Research*, 3 (11), pp: 308-310.
- Ohnogi, T. y Sumi, H. (2011). The effects of dipicolinic acid on the Thrombolytic activity of human cells. *Journal of Food Biochemistry*, 35, pp: 370-380.
- Petri, E., Rodríguez, M. y García, S. (2015). Evaluation of Combined Disinfection Methods for Reducing *Escherichia Coli* O157:H7 Population on Fresh-Cut Vegetables. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12, pp: 8678-8690.
- 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.