



## **Control de patógenos de transmisión alimentaria en fresas congeladas y listas para el consumo**

I. Viñas; A. Valero; V. Gimeno; L. López; I. Aguiló-Aguayo; M. Abadias; I. Alegre; P. Colas-Meda; G. Bobo; T. Lafarga; G.D. Posada; P. Vallesquino; M. Cejudo; J. Ortiz; Y. Nicolau; L. Pérez-Lavalle

*Universitat de Lleida*  
*Universidad de Córdoba*  
*IRTA Fruitcentre*



[www.bibliotecahorticultura.com](http://www.bibliotecahorticultura.com)

## Control de patógenos de transmisión alimentaria en fresas congeladas y listas para el consumo

I.Viñas<sup>1a</sup>; A. Valero<sup>2a</sup>; V.Gimeno<sup>1a</sup>; L. Lopez<sup>1a</sup>; I.Aguiló-Aguayo<sup>3a</sup>; M.Abadias<sup>3a</sup>; I.Alegre<sup>1b</sup>; P. Colas-Meda<sup>1b</sup>; G.Bobo<sup>3b</sup>; T.Lafarga<sup>4b</sup>; G.D. Posada<sup>2b</sup>; P.Vallesquino<sup>2b</sup>; M. Cejudo<sup>2b</sup>; J.Ortiz<sup>1b</sup>; Y. Nicolau<sup>1b</sup>; L.Pérez-Lavalle<sup>2b</sup>  
\* [inmaculada.vinas@udl.cat](mailto:inmaculada.vinas@udl.cat)

1. Dpto. de Tecnología de los Alimentos de la Universitat de Lleida. Agrotecnio Center.

2. Dpto. Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Córdoba.

3. IRTA. Fruitcentre. Lleida.

4. Dpto. Ingeniería Química. Universidad de Almería

a. Equipo investigador del proyecto

b. Equipo de trabajo del proyecto

### Índice

1. Introducción.....	2
2. Evaluación de la calidad microbiológica de fresas y métodos alternativos al cloro para su control.....	5
3. Evaluación de la capacidad de internalización de <i>Salmonella</i> spp. en plantas de fresa .....	10
4. Estudio de la capacidad de adhesión y formación de biofilm de <i>Salmonella</i> spp. en fresas .....	12
5. Estudio de la supervivencia de <i>Salmonella</i> spp. en fresas almacenadas a diferentes temperaturas.....	16



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

## 1. Introducción

La preocupación por la inocuidad microbiológica de frutas y hortalizas frescas, mínimamente procesadas y listas para su consumo se ha incrementado en los últimos años debido a la aparición de distintos brotes de toxiinfecciones alimentarias ligadas a su consumo.

Según el Instituto Robert Koch (RKI) de virología de Berlín, alrededor de 11.200 personas, principalmente niños y adolescentes, se vieron afectadas por la mayor oleada de gastroenteritis causada por ingestión de alimentos contaminados registrada en Alemania (2011). El causante del brote fueron unas fresas congeladas que habían sido exportadas de China y que estaban contaminadas con el virus entérico Norovirus (NoV). El hecho de que algunos de los brotes víricos se hayan producido como consecuencia del consumo de productos congelados durante varios meses, demuestra claramente que la congelación no inactiva dichos virus (Butot *et al.*, 2008). Más bien al contrario, la congelación constituye el mejor método para preservar la infectividad de los virus desnudos, siendo más favorable para la supervivencia microbiana cuanto más baja es la temperatura. Por consiguiente, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) solicitó en 2014 al panel BIOHAZ ('Panel on Biological Hazards'), que redactara una opinión científica sobre el riesgo que suponía la presencia de *Salmonella* y NoV en frutos rojos. Aunque desde el punto de vista de la seguridad microbiológica los frutos rojos son considerados alimentos 'seguros' (debido a su bajo pH que impide el desarrollo de bacterias patógenas), los brotes de toxiinfección alimentaria asociados al consumo de fresa han implicado no solamente brotes asociados a virus entéricos, sino también a bacterias patógenas tales como *Salmonella* spp. y *Listeria monocytogenes*.

En 2014 la EFSA emitió una opinión científica sobre el riesgo de *Salmonella* spp y Norovirus en frutos rojos, en los que se incluían las fresas. Entre algunas de las recomendaciones finales, se indicó la necesidad de realizar muestreos específicos sobre la presencia de Norovirus en diferentes tipos de frutos rojos, en producción primaria, después del procesado mínimo (incluyendo congelación) y en el punto de venta.

También se planteó la necesidad de realizar investigaciones para desarrollar ensayos de infectividad para Norovirus, ya que las actuales técnicas de detección por RT-PCR no permiten distinguir las partículas infectivas de las que no lo son y determinar si se pueden internalizar en los frutos rojos. Finalmente, remarcó que son necesarios más estudios sobre tratamientos de descontaminación efectivos para todos los peligros microbiológicos relevantes. En este sentido, una de las problemáticas actuales de este sector está ligada a la descontaminación mediante el uso de hipoclorito sódico, haciéndose necesario resolverla a través de la búsqueda de otros sistemas alternativos tanto químicos como físicos. También se hace necesaria la investigación sobre el origen de la contaminación microbiológica en los frutos rojos, y en las causas por las que se podría producir durante el periodo de cultivo. Por otro lado, es necesario mejorar los actuales sistemas de gestión de la inocuidad y calidad de estos productos de forma que se facilite su exportación y sean más competitivos en el mercado exterior. Para ello es imprescindible el desarrollo y aplicación de herramientas de predicción que expliquen la probabilidad de aparición de peligros biológicos, así como la eficiencia de los procesos de desinfección sobre la calidad del producto final.

Esta es la temática del proyecto *“Estrategias de mitigación de los problemas asociados a la presencia de patógenos de transmisión*

*alimentaria para la mejora de la calidad e inocuidad en la obtención de fresas congeladas y listas para el consumo” (FRESAFE) (1/01/2017-29/06/2020) financiado por el Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad, enmarcado en el Plan Estatal de I+D+I 2013-2016. Dirigido por la Investigadora Principal Dra. Inmaculada Viñas perteneciente al Dpto. de Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Lleida y participando en el equipo de investigación, el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA Fruitcentre) y la Universidad de Córdoba.*

Las entidades que han dado apoyo al proyecto son: Adesva; Bidfood Iberia S.L; S.E. Carburos Metálicos S.A; Congelados de Navarra; Empordigua (con nombre fiscal Smart Water S.L); Iberfruta; Progrés-Garbí SCCL y UV-Consulting Peschl España.

El proyecto está orientado hacia el estudio de las fresas ya que son los frutos rojos que más se producen en la UE, siendo España el 5º productor a nivel mundial y el primero de la UE. España es además el primer exportador en volumen y valor de fresa a nivel mundial, exportando el 80% de la producción. Andalucía representa el 97% de la producción española de fresa y su mayor parte de producción se concentra en la provincia de Huelva. Además, las fresas presentan un alto contenido en vitamina C, compuestos fenólicos (principalmente antocianinas) y fibra. Se consumen principalmente en fresco, pero también es muy común y está muy extendido su uso en forma de producto congelado para añadirlo como ingrediente a otros productos alimentarios.

Los objetivos del proyecto han sido: (i) identificar los peligros microbiológicos de fresas frescas y congeladas, incluyendo los norovirus (ii) determinar la posible internalización de bacterias patógenas a través

del agua de riego hasta el fruto, (iii) estudiar su supervivencia en fresas incluyendo la interacción con los principales mohos causantes de podredumbres, desarrollando modelos predictivos de crecimiento y supervivencia y la capacidad de formación de biofilm y (iv) establecer sistemas de mitigación del riesgo para obtener productos inocuos y de calidad.

Los sistemas alternativos al cloro propuestos incluyen productos químicos, como el ácido peroxiacético, ozono, UV asistido por agua y ultrasonidos (Lafarga *et al.*, 2018). La eficacia de estos métodos se ha evaluado tanto a nivel microbiológico como de calidad, considerando aspectos físico-químicos, nutricionales (compuestos bioactivos y propiedades antioxidantes) y sensoriales, incluyendo compuestos volátiles. Finalmente, se está desarrollando un modelo global de calidad e inocuidad alimentaria en la cadena de procesado y distribución hasta el consumidor final.

## **2. Evaluación de la calidad microbiológica de fresas y métodos alternativos al cloro para su control**

Se determinó la incidencia de los principales patógenos de transmisión alimentaria en las fresas disponibles y distribuidas en distintos puntos de venta localizados en España. Se estudió un total de 183 muestras de fresas (enteras y congeladas), el 89% de las cuales procedieron de distintos campos de cultivo de la provincia de Huelva. Los resultados constatan que en las 183 muestras de fresa estudiadas no se detectó la presencia de *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Listeria* spp. y Norovirus (NoV). Además, no se encontraron resultados anómalos en cuanto a la calidad microbiológica de las muestras (Ortiz-Sola *et al.*, 2020).

Las fresas, generalmente son recolectadas, envasadas y comercializadas. Sin embargo, no existe ninguna etapa de desinfección destinada a la eliminación de microorganismos patógenos (si estos fueran capaces de mantenerse en la matriz alimentaria hasta llegar al consumidor). La desinfección con agentes desinfectantes de origen químico ha sido considerada en los últimos años para la inactivación de microorganismos patógenos y alterantes en los alimentos. La adición de desinfectantes como el hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) al agua de lavado ha sido una de las estrategias más utilizadas para la higienización de frutas y hortalizas. No obstante, el riesgo que representan los subproductos de la desinfección con cloro ha llevado a la búsqueda de desinfectantes alternativos. Es importante que la etapa de lavado de la fruta no sólo elimine los microorganismos patógenos de la matriz, sino que también mantenga la calidad del agua para posteriores lavados. Por lo tanto, los ácidos orgánicos considerados como seguros ('GRAS' por sus siglas en inglés, Generally Recognised As Safe) por la FDA, se presentan como una alternativa muy favorable en la industria de las frutas y hortalizas procesadas, ya que son capaces de generar un ambiente desfavorable debido a la reducción del pH y alteración de la membrana de transporte de las bacterias patógenas. Otros desinfectantes como el ácido peracético (APA) y el peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) también han sido evaluados como potenciales sustitutos del cloro, debido a su actividad oxidativa y al buen rendimiento mostrado durante la conservación de la calidad del agua en las industrias.

La estrategia del uso de agua de lavado con desinfectantes permite higienizar las fresas que posteriormente podrán procesarse y congelarse. Con estos datos de referencia, se lavaron fresas contaminadas artificialmente con una concentración conocida de *Salmonella* spp.,

*Listeria monocytogenes* y NoV con los desinfectantes APA, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ácido cítrico, ácido láctico y ácido acético. Los resultados de este segundo experimento dictaminaron que los desinfectantes más eficaces fueron el APA y el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ya que se obtuvieron las mismas reducciones de microorganismos patógenos comparadas con la desinfección con NaClO y además mantuvieron la calidad del agua, eliminando la posible presencia de microorganismos restantes que podría ser un problema para posteriores lavados. Los parámetros fisicoquímicos de las fresas después de ser tratadas con estos desinfectantes también fueron motivo de estudio. Se reportó que no existía diferencia en cuanto el color, firmeza, pH, acidez y sólidos solubles en las fresas tratadas y las fresas sin tratar. Sin embargo, el elevado coste del peróxido de hidrogeno, juntamente con su inestabilidad y posible amargor, hicieron que se priorizara el uso del APA.

El APA, por un lado, tiene acción antimicrobiana debido a su carácter ácido, y por otro, cuando se descompone, lo hace en forma de ácido acético y peróxido de hidrógeno, con lo cual también se observa el efecto bactericida de este último, con la ventaja de poder mantener su concentración estable por más tiempo. Además, no produce ningún gas que sea tóxico para los trabajadores que lo utilizan.

Para estudiar su efecto, se usaron 3 concentraciones de APA: 20, 40 y 80 ppm. El tiempo de lavado, 1 o 2 minutos, no influyó en la reducción de microorganismos. Se observó que, para eliminar microorganismos mesófilos, mohos y levaduras propios de las fresas, era necesaria una concentración mínima de 40 ppm. El APA, sin embargo, fue poco efectivo en reducir las concentraciones de estos microorganismos en el agua de lavado. En cuanto a la población de *L. innocua*, que se inoculó artificialmente en la fresa a altas dosis, se redujo su población en 3



unidades logarítmicas en la superficie de las fresas, cuando se utilizó sólo agua, y se consiguió una reducción de 5 unidades logarítmicas cuando se usaba hipoclorito o concentraciones de 40 y 80 ppm de APA. El hecho que únicamente lavando las fresas por 1 o 2 min con agua haga que disminuya el recuento de patógenos en la fruta, se explica porque estos microorganismos son arrastrados por el agua, permaneciendo en la misma una vez concluido el lavado. Es por ello importante, el estudio de la microbiota residual que queda en el agua para evitar contaminaciones cruzadas. En este caso, la utilización de APA a 40 y 80 ppm tuvo un efecto muy similar al NaHClO, permitiendo reducir hasta niveles casi indetectables la presencia de patógenos en el agua de lavado.

Además, se utilizó un prototipo de irradiación UV-C asistida por agua (Collazo *et al.*, 2018), que permite la inmersión de las fresas mientras son irradiadas y la recirculación del agua (Figura 1). Se probaron 4 combinaciones distintas, 2 o 4 lámparas encendidas, por 1 o 5 minutos. En este caso, usando 4 lámparas, se observaba un efecto muy similar al del hipoclorito, para la reducción de mesófilos, mohos, levaduras y *L. innocua* inoculada artificialmente, tanto en fresas como en el agua de lavado. La luz ultravioleta es una parte del espectro de luz que va desde 10 a 400 nm, y que se usa ampliamente por su efecto germicida para la desinfección de superficies o de aire, por su poca capacidad de penetración. Los microorganismos de las fresas, si no han internalizado, permanecen en su superficie, y la agitación por agua facilita la incidencia de la luz ultravioleta en toda la superficie de la fresa. A la vez, ocurre la desinfección del agua de lavado, ya que esta es transparente y está en agitación.



**Figura 1.** Prototipo de UV-C asistido con agua

Se probaron además otros tratamientos como el uso de ozono en agua y el de ultrasonidos, pero no tuvieron efectos destacables a nivel microbiológico.

A nivel de calidad comercial y nutricional, se estudiaron varios parámetros, incluyendo pH, grados Brix, acidez titulable, color, firmeza, antioxidantes, fenoles totales, antocianinas, ácidos orgánicos y vitamina C. Se vio que ningún tratamiento tenía efectos negativos sobre estos parámetros. Respecto a la calidad aromática de las fresas enteras, el tratamiento de UV-C combinado con 40 ppm de APA ejerce un efecto positivo en el perfil de la variedad Fortuna tras su aplicación y durante su conservación frigorífica a 4 °C hasta 11 días. Se observó además que el tratamiento de UV-C+APA influye significativamente en el 32% de los compuestos volátiles que determinan el perfil aromático de esta variedad, aumentando con respecto al control las notas frutales

aportadas butanoato de etilo y a fresa del mesifurano, manteniendo las notas florales del terpeno (R)-linalol.

Se decidió, por lo tanto, combinar el APA disuelto en el agua que es irradiada por UV en el tanque, para descubrir si había efectos sinérgicos entre ambos. Se observó, efectivamente, que la combinación permitía, por un lado, disminuir la dosis a 40 ppm asegurando una desinfección eficaz, y por otro, disminuir el tiempo de lavado con UV de 5 a 2 min, para evitar un excesivo daño mecánico (Nicolau-Lapena *et al.*, 2018).

Actualmente, se está aplicando este tratamiento de forma combinada, consistente en 4 lámparas de luz ultravioleta, irradiando a 17 W cada una, con 40 ppm de APA por 2 min, para la desinfección de fresas que pasarán por un proceso de congelación. Se estudia el efecto de estos tratamientos sobre la supervivencia de norovirus, *Salmonella* spp, y *L. monocytogenes* en fresa congelada. Además, se ha propuesto un estudio de vida útil para fresa entera y IV gama sometida a esta desinfección, para ver cómo afecta el baño y los posibles daños mecánicos al producto, así como la evolución de microorganismos alterantes que provocan la podredumbre del producto vegetal.

### **3. Evaluación de la capacidad de internalización de *Salmonella* spp. en plantas de fresa**

Las condiciones de cultivo de los alimentos de origen vegetal son especialmente importantes de forma que se puedan prevenir eventos de contaminación a través del riego o condiciones climáticas adversas. En el caso de la irrigación, si las prácticas de depuración de las aguas son inadecuadas los patógenos que están presentes en las mismas son

capaces de llegar hasta el cultivo, pudiendo ser capaz de colonizarlo a través de la raíz, y, por ende, contaminarlo. El principal inconveniente que presenta este hecho es que, al internalizarse el patógeno dentro de la planta, los posteriores tratamientos de desinfección que suelen aplicarse no son suficientes para garantizar la erradicación de ese patógeno internalizado, por lo que puede permanecer durante todo el proceso posterior de producción y llegar hasta el consumidor.

Existen numerosos estudios que tienen como objeto el estudio de la internalización de microorganismos patógenos en distintas variedades de vegetales. Sin embargo, en el caso de frutos rojos, no existen tantos estudios como por ejemplo se puede observar en otro tipo de productos de origen vegetal como pueden ser espinacas, lechuga o acelgas, por lo que también es de interés el estudio de la internalización de patógenos en frutos rojos. El objetivo del presente estudio fue la evaluación de la capacidad de internalización de *Salmonella Thompson* en plantas de fresa. Por ello, utilizaron plantas de fresa (*Fragaria × ananassa* 'San Andreas') procedentes de un invernadero local y se mantuvieron en los invernaderos de la Universidad de Córdoba, España con temperatura promedio de 30 °C durante todo el estudio (Figura 2). Se ensayaron tres tratamientos, junto con un grupo control (irrigado con agua no contaminada). Cada grupo recibió un número creciente de riegos con agua contaminada con *S. Thompson* a lo largo de 9 días. Los resultados mostraron que de las 123 muestras de fresas analizadas solo se presentaron 2 muestras positivas para *S. Thompson*. De igual manera, 4 de las 15 hojas analizadas fueron positivas y solamente una muestra de raíz de las 15 evaluadas fue positiva al patógeno. Por tanto, en el estudio se concluyó que no se presentó una asociación entre la frecuencia de

contaminación y la detección del patógeno en el fruto por lo que la internalización de *S. Thompson* en fresa se considera un evento raro.



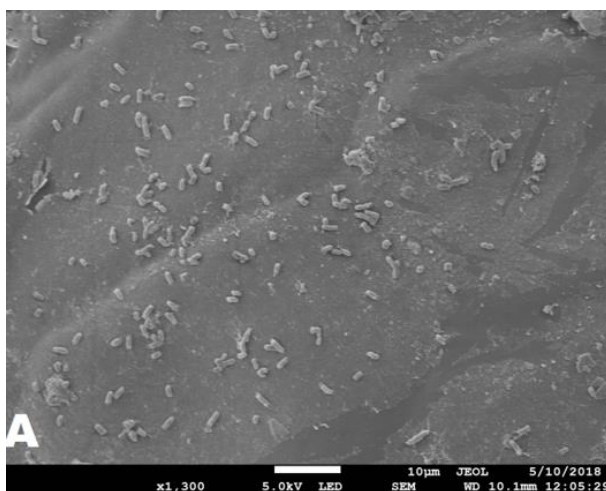
**Figura 2.** Ensayo de internalización en cultivo de fresa

#### **4. Estudio de la capacidad de adhesión y formación de biofilm de *Salmonella* spp. en fresas**

En los últimos años, se han presentado diversos brotes de enfermedades entéricas vinculadas al consumo de frutas y hortalizas frescas. Una de las posibles causas de estos brotes puede estar relacionada a la capacidad de las bacterias para adherirse y formar biofilm en productos vegetales. Un biofilm es definido como un agregado de microorganismos en el que las células están incrustadas dentro de una matriz de sustancia polimérica extracelular (EPS) y se adhieren entre sí y /o a una superficie. La producción de EPS confiere a los microorganismos cierta resistencia a los agentes antimicrobianos y a la desecación. A su vez la formación de biofilm está influenciada por factores ambientales como la temperatura, el pH, los nutrientes, la osmolaridad y los niveles de oxígeno (Annous *et al.*, 2009).

La fresa es un producto altamente consumido en fresco por sus características sensoriales y nutricionales; no obstante, a pesar de que este producto ha estado implicado en brotes de enfermedad, pocos estudios se han direccionado a evaluar la capacidad de adhesión y formación de biofilm en este producto. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la capacidad de *Salmonella enterica* ser. Enteritidis de formar biofilm en la superficie de fresas almacenadas bajo condiciones habituales de comercialización como son a temperaturas de 7 y 20°C.

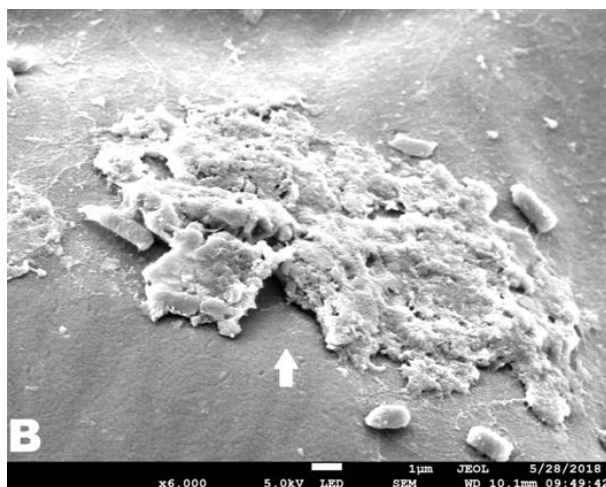
Los principales resultados mostraron que el microorganismo tuvo una adhesión a la superficie del fruto durante las primeras 4h a la temperatura de 20 °C (Figura 3).



**Figura 3.** Adherencia a la superficie del fruto durante las primeras 4h a 20°C

A medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento se observó la presencia de microcolonias cubiertas por material extracelular. La formación de biofilm en las primeras 24 h a la temperatura de 20 °C está relacionada probablemente al hecho de que a mayor temperatura se

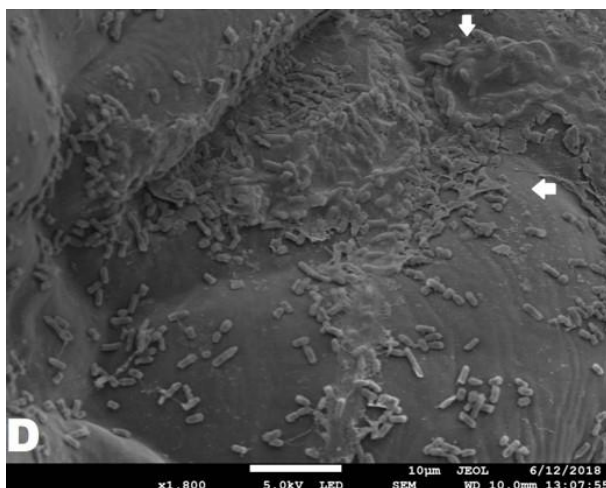
presenta una mayor actividad metabólica la cual le permitió a *S. enterica* la producción de material exopolimérico (Figura 4). Sin embargo, a las 96 h se observó una falta de mantenimiento de la estructura de biofilm, probablemente ocasionada por la presencia de otros microorganismos en la fresa.



**Figura 4.** Encapsulación durante las primeras 24h a 20°C

Para el caso de la condición de 7°C, se evidenció la adherencia a las 4 y 24 h, apreciándose la síntesis de material extracelular a las 48 h de almacenamiento (Figura 4). Para esta misma temperatura, y con mayor tiempo de exposición (168 h) se aprecia la mayor producción de EPS (Figura 5). De igual manera, se resalta en este estudio la capacidad de *S. enterica* de formar biofilm y mantener esta estructura a las 168 h bajo el estrés fisiológico que implica la refrigeración, ya que esta condición es un método ampliamente utilizado para la conservación de diversos productos vegetales. Los resultados de esta investigación son congruentes con otros estudios donde se ha probado la capacidad de

formación de biofilm por diferentes microorganismos en diferentes matrices alimentarias. En la corteza de melón, las células de *S. Poona* y *S. Michigan* fueron embebidas en un material extracelular polimérico a las 24 h a 20 °C y 10 °C (Annous *et al.*, 2005). Por otra parte, en los extremos del tallo de hojas de lechuga inoculadas con *E. coli* O157: H7 e incubados durante 7 días a 4°C, se confirmó mediante microscopia de barrido la capacidad de este patógeno para sobrevivir, colonizar y formar biofilm (Keskinen y Annous, 2008).



**Figura 5.** Agregados de células en forma de lámina cubiertas de material polimérico (168 h a 7 °C)

Se concluye pues que la supervivencia del patógeno puede darse a lo largo del almacenamiento de frutos rojos, siendo por tanto necesaria la aplicación de buenas prácticas de higiene y manipulación a lo largo de la transformación, distribución, almacenamiento y consumo de estos productos.



## 5. Estudio de la supervivencia de *Salmonella* spp. en fresas almacenadas a diferentes temperaturas

El consumo de frutos rojos ha adquirido popularidad a nivel mundial como consecuencia de sus características organolépticas y de los beneficios que otorga sus componentes a nuestro organismo. La fresa, es el fruto rojo mayor producido a nivel mundial, constituyendo España un tercio de la producción. Durante las etapas del cultivo de la fresa, estas pueden ser contaminadas por *Salmonella* spp., suponiendo un riesgo para la salud pública. El presente estudio pretendió estudiar la cinética de supervivencia de *Salmonella enterica* ser. Thompson en fresas comerciales a diferentes temperaturas de almacenamiento (20, 7 y 4 °C), a una humedad relativa controlada, mediante la realización de modelos predictivos. Además, se procedió a la medición del pH y a la cuantificación de la microbiota alterante en fresas, concretamente aerobios mesófilos y mohos y levaduras. Los resultados obtenidos, indicaron que *S. enterica* pudo sobrevivir a las temperaturas de almacenamiento estudiadas, existiendo un descenso más lento de la población microbiana a 7 y 4 °C en comparación con 20 °C. El ajuste de los modelos a 20 °C, a 7 °C y a 4 °C, permitió deducir que el comportamiento de *S. enterica* fue más inestable a medida que la temperatura disminuye debido a la variabilidad asociada al microorganismo y a la temperatura utilizada. Respecto a aerobios mesófilos, la concentración fue mayor a 20 °C, existiendo diferencias significativas entre esta temperatura y 4 °C. Por último, la concentración de la población de mohos y levaduras no difirió significativamente entre las distintas temperaturas de almacenamiento. Knudsen *et al.* (2011), realizaron un estudio de supervivencia de *Salmonella* spp y *E. coli* en fresas a diferentes tiempos y temperaturas. La población no se redujo en aquellas fresas que habían sido incubadas a 24 °C durante 48 horas, sin embargo, la población se redujo entre 1 y 2 log

ufc/g en aquellas fresas que habían sido incubadas durante 7 días a 5 °C. Estos resultados confirman la importancia de la temperatura para controlar la supervivencia de los patógenos en este tipo de matrices. A pesar de que los frutos rojos constituyen un medio hostil para el crecimiento de este patógeno, la temperatura no es un factor limitante por sí solo para la eliminación de *Salmonella* spp. Por tanto, se hace necesaria la implementación de medidas alternativas a lo largo de la cadena producción-consumo con objeto de mejorar la calidad e inocuidad alimentaria de los frutos rojos.

## Bibliografía

- Annous, B.; Fratamico, P.; Smith, J. (2009). Quorum sensing in biofilms: Why bacteria behave the way, they do. *Journal of Food Science*, 74: 24-37.
- Annous, B A.; Solomon, E B.; Cooke, PH.; Burke, A. (2005). Biofilm formation by *Salmonella* spp. on cantaloupe melons. *Journal of Food Safety*, 25: 276–287
- Butot, S.; Putallaz, T.; Sánchez, G. (2008). Effects of sanitation, freezing and frozen storage on enteric viruses in berries and herbs. *International Journal of Food Microbiology*, 126: 30-35.
- Collazo, C.; Lafarga, T.; Aguiló-Aguayo, I.; Marín-Sáez, I.; Abadías, M.; Viñas, I. (2018). Decontamination of fresh cut broccoli with a water- assisted UV-C Technology and its combination with peroxyacetic acid. *Food Control*, 93: 92-100.

- EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). (2014). EFSA Journal, 12(6): 3706, 94 pp.
- Keskinen, LA.; Annous, BA. (2008). Unpublished research data. U.S. Dept. of Agriculture – Agricultural Research Service. 2008. Multistate Research Project S-294.
- Knudsen, D.; Yamamoto, S.; Harris, L. (2001). Survival of *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* O157:H7 on Fresh and Frozen Strawberries. Journal of Food Protection, 64(10): 1483-1488.
- Lafarga, T.; Colás-Medà, P.; Aguiló-Aguayo, I.; Bobo, G.; Abadias, M.; Viñas, I. (2018). Strategies to reduce microbial risk and improve quality of fresh and processed strawberries: A review. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 52: 197-212.
- Nicolau-Lapena, I.; Abadias, M.; Bobo, G.; Aguiló-Aguayo, I.; Lafarga, T.; Viñas, I. (2018). Strawberry sanitization by peracetic acid washing and its effect on fruit quality. Food Microbiology, 83: 159-166
- Ortiz-Sola, J.; Viñas, I.; Colas-Meda, P.; Anguera, M.; Abadias, M. (2020). Occurrence of selected viral and bacterial pathogens and microbiological quality of fresh and frozen strawberries sold in Spain. International Journal of Food Microbiology, 314. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108392



**ESPECIALISTES EN SERVEIS PER A LA PRODUCCIÓ EDITORIAL, SL**

Doctor Manuel Candela 26, 11<sup>a</sup>

46021 VALENCIA – ESPAÑA

Tel.: +34-649 48 56 77 / [info@poscosecha.com](mailto:info@poscosecha.com)

NIF: B-43458744

[www.poscosecha.com](http://www.poscosecha.com)

[www.postharvest.biz](http://www.postharvest.biz)

[www.bibliotecahorticultura.com](http://www.bibliotecahorticultura.com)

[www.tecnologiahorticola.com](http://www.tecnologiahorticola.com)

[www.actualfruveg.com](http://www.actualfruveg.com)