

## Calidad microbiológica de kiwi cv 'Hayward' cosechado en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina

Moreno, Ayelén<sup>1</sup>; Claudia Castellari<sup>1</sup>; Alejandra Yommi<sup>1,2</sup>; Sandra Médici<sup>1,3</sup>; María Alejandra Pereyra<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Innovación para el Desarrollo Agroalimentario y Agroenergético Sostenible (IIDEAGROS), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce, Argentina; <sup>2</sup>Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Balcarce, Argentina; <sup>3</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina; <sup>4</sup>malperey@mdp.edu.ar

Moreno, Ayelén; Claudia Castellari; Alejandra Yommi; Sandra Médici; María Alejandra Pereyra (2019) Calidad microbiológica de kiwi cv 'Hayward' cosechado en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Rev. Fac. Agron. Vol 118 (2): 1-7. <https://doi.org/10.24215/16699513e023>

La superficie de los frutos de kiwi (*Actinidia deliciosa* var. Hayward) presenta una microbiota natural, que es alterada por las prácticas agrícolas utilizadas por cada productor al momento de la cosecha, el transporte, el almacenamiento y el empaque. Los objetivos de este trabajo fueron determinar la carga microbiana total y la presencia de patógenos (*Escherichia coli* O157:H7 y *Salmonella* spp) en kiwis luego de la cosecha y curado, en tres sitios diferentes del Partido de General Pueyrredón, provincia de Buenos Aires, Argentina; y optimizar la desinfección de la fruta entera con NaClO luego del almacenamiento en frío. Se cuantificaron bacterias aerobias mesófilas totales (BAMT), hongos filamentosos (HF) y levaduras (L) y se determinó presencia/ausencia de coliformes totales (CT), *Escherichia coli* O157:H7 y *Salmonella* spp. Se detectaron diferencias significativas ( $p \leq 0,01$ ) entre las plantaciones, en los recuentos de la microbiota que afecta la calidad y vida útil de la fruta (BAMT y HF), siendo en Batán donde se halló el mayor contenido. Todos los cultivos dieron negativo para *E. coli* O157:H7 y *Salmonella* spp. Se seleccionó un método de desinfección con NaClO de concentración 300 ppm que permitió reducir la carga microbiana inicial de BAMT, HF, L y CT de la superficie de la fruta. Los resultados presentan el grado de contaminación ambiental y humana generada al finalizar la cosecha y el curado del kiwi en el Partido de General Pueyrredón, y un método sencillo para reducirla. Se destaca la ausencia de bacterias patógenas perjudiciales para la salud del consumidor.

**Palabras clave:** poscosecha, almacenamiento, frutas, microbiota, vida útil

Moreno, Ayelén; Claudia Castellari; Alejandra Yommi; Sandra Médici; María Alejandra Pereyra (2019) Microbiological quality of kiwi cv 'Hayward' harvested in the Southeastern of Buenos Aires Province, Argentina. Rev. Fac. Agron. Vol 118 (2): 1-7. <https://doi.org/10.24215/16699513e023>

The surface of the kiwifruit (*Actinidia deliciosa* var. Hayward) presents a natural microbiota, which is altered by the agricultural practices applied by each producer at harvest time, transport, storage and packaging. The objectives of this work were to determine the total microbial load and the presence of pathogens (*Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella* spp.) in kiwifruit after harvesting and curing, in three different sites of General Pueyrredón, Province of Buenos Aires, Argentina; and to optimize the disinfection of the whole fruit with NaClO after cold storage. Total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), filamentous fungi (FF) and yeast (Y) were quantified, and presence / absence of total coliforms (TC), *E. coli* O157: H7 and *Salmonella* spp was determined. Microbiota affecting quality and shelf life of the fruit (TMAB and FF) showed significant differences ( $p \leq 0.01$ ) among plantations, being Batán the location where the highest content was found. All sites were negative for *E. coli* O157: H7 and *Salmonella* spp. A disinfection method with NaClO 300 ppm was selected to allow the reduction of the initial microbial load of TMAB, FF, Y and TC from fruit surface. The results showed environmental and human contamination generated at the end of harvest and curing of the kiwifruit in General Pueyrredón, and the selection of a simple method to reduce it. It is remarkable to highlight the absence of harmful pathogenic bacteria for consumers' health.

**Key words:** postharvest, storage, fruits, microbial counts, shelf life

<https://revistas.unlp.edu.ar/revagro>

Recibido: 04/02/2019

Aceptado: 18/04/2019

Disponible on line: 27/12/2019

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

## INTRODUCCIÓN

En Argentina, la producción de kiwi se inició a fines de 1980 y la actividad se concentra en la provincia de Buenos Aires, fundamentalmente en el partido de General Pueyrredón, donde las condiciones agroecológicas son óptimas para producir frutos de kiwi de excelente calidad (Benes et al., 2014). El kiwi más cultivado a nivel mundial pertenece a la especie *Actinidia deliciosa* cultivar "Hayward", debido a su buen comportamiento durante la conservación y a sus características organolépticas (Rushing, 2004). Es un fruto climatérico, que se puede cosechar a partir de madurez fisiológica, estado donde la fruta ha alcanzado parámetros mínimos que permiten continuar el proceso de maduración y expresar al máximo el potencial de calidad cuando llega a madurez de consumo (Levy Guarda, 2003). El correcto almacenamiento es crucial para mantener la calidad de la fruta (Anker-Kofoed, 2008), para lo cual se deben usar cámaras frigoríficas con valores de temperatura entre  $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa cercana al 95% para evitar la deshidratación (Ruiz de Castro et al., 2006).

En la actualidad, un consumidor informado exige frutos con un alto valor nutricional, buen sabor, buena apariencia, adecuados tamaño y forma, y calidad higiénico-sanitaria (Woodwar, 2006). En general, las frutas se caracterizan por el bajo contenido de carbohidratos, grasas y proteínas y por el alto contenido de agua (>95%). Gran parte de esa agua se encuentra disponible para el desarrollo de bacterias, hongos y levaduras asociados a la fruta, provenientes de la contaminación durante el cultivo, la cosecha, el traslado, el almacenamiento y el procesamiento de la materia prima (Arenas de Moreno et al., 1995). La determinación de grupos microbianos como bacterias aeróbicas mesófilas totales (BAMT), coliformes totales (CT), hongos filamentosos (HF) y levaduras (L), permite conocer la calidad higiénico-sanitaria del producto y así prever su tiempo de vida media. El recuento de CT aporta, además, información sobre la manipulación inadecuada del producto desde su cosecha en el campo hasta su salida de la planta procesadora (Brackett & Splittstoesser, 1992), aunque ciertos coliformes y enterococos pueden integrar la microflora natural. También es indispensable la detección de microorganismos patógenos (FAO, 2003), debido a que la mayoría de los productos frutícolas son consumidos frescos, sin ningún tipo de tratamiento térmico. En Argentina el Código Alimentario Argentino (CAA, actualizado 10/2017) especifica los valores aceptados para *Escherichia coli* O157:H7 y *Salmonella* spp en hortalizas y frutas frescas, cuya presencia es causante de toxiinfecciones alimentarias.

El lavado/desinfección de las frutas frescas es fundamental para lograr bajos recuentos microbianos, compatibles con la calidad, seguridad y mayor vida útil. El desinfectante más utilizado, por su bajo costo y eficacia, es el hipoclorito de sodio (NaClO) (Artés & Allende, 2005). En la industria de los productos frutihortícolas (Artés et al., 2007), se suele utilizar en concentraciones entre 50 y 150 ppm.

El cultivo de kiwi tuvo un significativo crecimiento debido a su gran aceptación por parte de los consumidores y a la amplia comercialización en la zona frutihortícola, tanto

del partido de General Pueyrredón como en su límite geográfico con el partido de Balcarce, provincia de Buenos Aires. Así en los últimos años se planteó la necesidad de conocer la microbiota natural asociada a los frutos y de establecer las condiciones para reducir el riesgo microbiológico potencial. Los objetivos del trabajo fueron: a) determinar la carga microbiana total (BAMT, HF, L, CT y *E. coli*) y la presencia de patógenos (*E. coli* O157:H7 y *Salmonella* spp), en frutos de kiwi (*A. deliciosa* var. Hayward) luego de la cosecha y el curado en tres sitios diferentes del Partido de General Pueyrredón y, b) optimizar la desinfección de la fruta entera con NaClO luego del almacenamiento en frío.

## METODOLOGIA

### Ubicación geográfica de las plantaciones de kiwi

El ensayo se llevó a cabo con frutos de kiwi variedad "Hayward" provenientes de tres establecimientos comerciales: uno ubicado en Sierra de los Padres (S) ( $37^{\circ}56'41''\text{S}$   $57^{\circ}46'51''\text{O}$ ), con una densidad de 1050 plantas/ha y conducción tipo Genova doble cortina (GDC); el segundo ubicado en El Dorado (D) ( $37^{\circ}52'97''\text{S}$   $57^{\circ}56'73''\text{O}$ ), densidad de 1000 plantas/ha, y conducción tipo T-bar y el restante en Batán (B) ( $38^{\circ}00'00''\text{S}$   $57^{\circ}43'00''\text{O}$ ), densidad de 650 plantas ha<sup>-1</sup> y conducción tipo parral. Los tres sitios de producción se encuentran en el Partido de General Pueyrredón, Buenos Aires, Argentina.

### Caracterización de la microbiota superficial de kiwis

La fruta se cosechó en forma manual luego de su madurez fisiológica con 6,5 a 7,5 °Brix. Los kiwis se colocaron en mochilas, para luego ser descargados en bins de madera, de 300 kg de capacidad y transportados hasta el sector de curado (ambiente ventilado durante 48 h para cicatrizar la herida peduncular producida durante la cosecha). Posteriormente, veinte frutos de cada zona fueron trasladados al Laboratorio de Microbiología de Suelos y Alimentos de la Unidad Integrada Balcarce (UIB) para su análisis. La fruta restante se conservó durante 5 meses a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y 95 % de humedad relativa, en una cámara frigorífica. La cámara estaba equipada con un sistema directo de enfriamiento R717, compresor MYCOM modelo N6WA de 142.000 kcal h<sup>-1</sup> motor SIEMENS, condensador evaporativo MYCOM modelo MFS, dos bombas BOMBADUR modelo ZM y enfriadores a aire INFRIMAR provistos con dos ventiladores.

Se recolectaron dos muestras de la superficie de cada fruto. Para ello se utilizó un hisopo de algodón estéril embebido previamente en una solución estéril de agua de peptona al 0,1% (Britania®) para prevenir posibles choques osmóticos en la biota microbiana (Motilva Casado et al., 1991). En cada fruta el hisopo se frotó en dos áreas diferentes de 5,73 cm<sup>2</sup> cada una, que coincidieron con la unión del fruto a la planta y con un lateral longitudinal, respectivamente. Extraída la muestra, el hisopo se sumergió en la misma solución para permitir la resuspensión de estructuras vegetativas y reproductivas de los microorganismos presentes. A partir de las suspensiones se tomaron alícuotas de 1 mL utilizando la técnica de siembra en placa vertida con

medio Agar Nutritivo Britania<sup>®</sup>, para el desarrollo de BAMT y alícuotas de 3 µl realizando siembras por estrías en superficie, en placas de Petri con Agar Papa Glucosa (2%) Britania<sup>®</sup> adicionado con antibiótico (cloranfenicol, 0,1%) Sigma<sup>®</sup>, para el desarrollo de HF y L. Las placas de Petri se incubaron a 25 °C durante 48h para las BAMT y 7 días para HF y L. Luego de la incubación se realizaron los recuentos de las unidades formadoras de colonias (UFC). Los mismos fueron expresados en UFC/cm<sup>2</sup> de superficie de fruto.

La presencia/ausencia de CT se determinó sembrando 1 mL de la suspensión en tubos con medio líquido selectivo para coliformes (Verde Brillante Bilis, Britania<sup>®</sup>) e incubando a 37 °C por 48h. Se consideró resultado positivo cuando las muestras exhibieron turbidez y acumulación de gas en la campana de Durham. El resultado se expresó como presencia/ausencia de CT en la muestra original.

#### **Determinación de microorganismos patógenos**

En el Instituto de Análisis de Alimentos y Medio Ambiente Fares Taie (Mar del Plata) se evaluó la presencia/ausencia de *E. coli* O157:H7 según el protocolo descrito por la norma ISO/TS 13136:2012. Para la detección de *Salmonella* spp. se siguió la metodología descrita por la ISO 6579-1:2017. A su vez, se cuantificaron *E. coli* y CT en función a las normas ISO 16649-2:2001 e ISO 4832:2006, respectivamente.

#### **Determinación de la microbiota ambiental en la cámara de almacenamiento en frío**

Los frutos se almacenaron en la cámara de frío ubicada en Batán. La microbiota presente en el ambiente de la cámara se evaluó en tres tiempos durante el almacenamiento. Para ello, se colocaron 24 placas de Petri distribuidas en 534 m<sup>2</sup> de la superficie de la cámara. Ocho placas contenían medio de cultivo para BAMT, ocho para HF y L y ocho para el crecimiento de bacterias psicrófilas adaptadas a la temperatura de la cámara (Agar Tripticosa Soya, Britania<sup>®</sup>). Las placas desprovistas de sus tapas, fueron dejadas en la cámara durante 30 minutos y luego tapadas e incubadas en estufa, a 37 °C durante 48 h para BAMT, a 25 °C durante 5 días para HF y L y a 8 °C durante 48 h para las psicrófilas. Se contaron las UFC por unidad de superficie del medio de cultivo utilizado.

#### **Determinación de la concentración efectiva de hipoclorito de sodio para controlar la microbiota presente en la superficie del fruto de kiwi**

Se realizaron tres ensayos para determinar la concentración de NaClO capaz de reducir la carga microbiana de la superficie de los frutos, transcurridos 5 meses de almacenamiento. En el primero de ellos se tomaron 60 frutos al azar de los bins, que se colocaron en recipientes acondicionados asépticamente y se trasladaron al Laboratorio de Microbiología de UIB para su análisis. Del total de frutos, 30 se sumergieron durante 2 minutos en una solución desinfectante de

NaClO, de concentración 150 ppm y pH: 6,5 con agitación constante a 4-6 °C y luego se enjuagaron con agua destilada para retirar restos de desinfectante. Los 30 frutos restantes se sumergieron durante 2 minutos en agua destilada como control.

En el segundo ensayo se evaluaron 10 frutos por tratamiento, y se empleó una solución desinfectante de NaClO de 300 ppm, respetando las mismas condiciones de pH, temperatura y tiempo que para el primer ensayo.

En el tercer ensayo se repitieron las condiciones del segundo pero se evaluaron 20 frutos por tratamiento.

Los frutos tratados y los controles fueron evaluados considerando la microbiota superficial, tanto la carga microbiana como la diversidad de grupos. Se aplicó la misma metodología para la medición de BAMT, HF, L y CT descrita con anterioridad.

#### **Diseño estadístico y análisis de resultados**

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA), con un factor (sitio de producción) con tres niveles (S, D y B). Del total de frutos recolectados de cada sitio, se tomó una muestra aleatoria de 20 correspondiendo cada uno de ellas a una repetición.

Para los tres experimentos en que se determinó la concentración efectiva de NaClO, se utilizó un DCA con un factor (desinfección) con dos niveles: frutos desinfectados con NaClO y frutos controles. Se tomaron del mismo bin, 60 frutos de kiwi como muestra para determinar carga y composición microbianas, considerando a cada una como una repetición para el primer ensayo. Para la ejecución del segundo ensayo se tomaron 20 frutos y para el tercero 40 frutos.

Para el ensayo en la cámara de frío se utilizó un DCA con un factor (tiempo de almacenamiento) con tres niveles: 1 mes, 3 meses y 4 meses; considerando cada placa como una repetición.

Para el análisis estadístico de los datos se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) con el programa R versión 3.2.3 (2015). En caso de diferencias significativas se realizó el test de comparación de medias de Tukey. El nivel de significación utilizado fue de 5 %.

## **RESULTADOS**

#### **Caracterización de la microbiota en la fruta entera a cosecha**

Los resultados obtenidos mostraron que el sitio de producción afectó significativamente ( $p \leq 0,01$ ) el recuento de los grupos BAMT y HF siendo la plantación de Batán (B) la que presentó los mayores valores. Para el grupo de L, no se observaron diferencias significativas ( $p = 0,08$ ) entre los sitios de producción (Tabla 1).

No se detectaron *E. coli* O157:H7 ni *Salmonella* spp, en los tres lotes de cultivo para este fruto fresco (Tabla 2). La zona de producción no tuvo efecto significativo ( $p = 0,213$ ) sobre el recuento directo de *E. coli* pero sí sobre el contenido de CT ( $p = 0,025$ ), siendo mayor en S y menor en B (Tabla 1).

Tabla 1. Recuentos de microorganismos sobre la superficie de frutos de kiwi provenientes de tres plantaciones ubicadas en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires a cosecha. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre las plantaciones para los microorganismos estudiados ( $p=0,05$ ). BAMT: bacterias aeróbicas mesófilas totales. CT: coliformes totales.

| Grupo microbiano | Recuentos microbianos ( $\log_{10}$ de UFC/cm <sup>2</sup> ) ( $\pm$ DE) |                                 |                                | P valor |
|------------------|--|---------------------------------|--------------------------------|---------|
|                  | Sierra de los Padres (N°1)   | El Dorado (N°2)                 | Batán (N°3)                    |         |
| BAMT             | 2,35 $\pm$ 0,25 <sup>(b)</sup>   | 2,31 $\pm$ 0,38 <sup>(b)</sup>  | 3,03 $\pm$ 0,22 <sup>(a)</sup> | <0,01   |
| Hongos           | 2,36 $\pm$ 0,24 <sup>(b)</sup>   | 2,39 $\pm$ 0,23 <sup>(b)</sup>  | 2,65 $\pm$ 0,37 <sup>(a)</sup> | <0,01   |
| Levaduras        | 2,42 $\pm$ 0,32 <sup>(a)</sup>   | 2,40 $\pm$ 0,26 <sup>(a)</sup>  | 2,61 $\pm$ 0,38 <sup>(a)</sup> | 0,08    |
| CT               | 1,95 $\pm$ 0,22 <sup>(a)</sup>   | 1,76 $\pm$ 0,30 <sup>(ab)</sup> | 1,71 $\pm$ 0,31 <sup>(b)</sup> | 0,025   |
| <i>E. coli</i>   | 1,14 $\pm$ 0,22 <sup>(a)</sup>   | 1,05 $\pm$ 0,08 <sup>(a)</sup>  | 1,06 $\pm$ 0,15 <sup>(a)</sup> | 0,213   |

Tabla 2. Determinación de presencia-ausencia (P/A) de microorganismos patógenos en frutos de kiwi provenientes de tres plantaciones ubicadas en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires a cosecha.

| Grupo microbiano             | Presencia – ausencia (P/A) de microorganismos patógenos |                             |                             |
|------------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|
|                              | Sierra de los Padres (N°1)                              | El Dorado (N°2)             | Batán (N°3)                 |
| <i>E. coli</i> O157:H7 (P/A) | Ausencia en 25 g de muestra                             | Ausencia en 25 g de muestra | Ausencia en 25 g de muestra |
| <i>Salmonella</i> spp. (P/A) | Ausencia en 25 g de muestra                             | Ausencia en 25 g de muestra | Ausencia en 25 g de muestra |

#### Determinación de la microbiota presente en el ambiente de la cámara de almacenamiento

El ambiente de la cámara presentó una microbiota diversa compuesta por BAMT, HF y L. No se detectaron bacterias psicrófilas en ninguno de los tiempos. De acuerdo a los resultados obtenidos, hubo efecto del tiempo de almacenamiento en el recuento de BAMT ( $p=0,03$ ), HF ( $p=0,002$ ) y L ( $p=0,005$ ) (Tabla 3). En la Tabla 3 también se puede observar el aumento en el contenido de BAMT, HF y L a medida que pasan los meses de almacenamiento en frío.

#### Selección del tratamiento con NaClO para el control de la carga microbiana en la fruta entera luego del almacenamiento en cámara a 0°C

Se determinó que el tratamiento de desinfección con NaClO 150 ppm sobre la fruta entera almacenada a 0 °C por 5 meses redujo significativamente ( $p=0,005$ ) el recuento de BAMT pero no de HF ( $p=0,113$ ) y L ( $p=0,548$ ) (Tabla 4) respecto del control. En cuanto a los CT, el 40 % de los frutos analizados por tratamiento, fueron positivos para la fruta desinfectada (y el 60 % negativo) y el 43% resultaron positivos en el tratamiento control (y 57 % negativo), demostrando que la concentración 150 ppm NaClO no fue efectiva en la reducción de los recuentos microbianos.

El incremento de la concentración de NaClO a 300 ppm, redujo significativamente la carga de los tres grupos microbianos evaluados respecto de los controles sin tratar: BAMT ( $p<0,05$ ), HF ( $p<0,05$ ) y L ( $p<0,05$ ) (Tabla 5). Respecto del grupo CT, se observó que el 100 % de los frutos tratados no presentaron contaminación, mientras que la totalidad de los frutos que no fueron desinfectados presentaron contaminación con coliformes.

En la temporada siguiente, se repitió el análisis de la carga microbiana en la fruta entera luego del almacenamiento a 0 °C y el tratamiento de desinfección con NaClO 300 ppm demostró ser efectivo para el control de la carga microbianas sobre la superficie de los frutos, tanto para BAMT ( $p<0,05$ ), HF ( $p<0,05$ ) y L ( $p<0,05$ ) (Tabla 5), como para CT. En este último caso, el 15 % de los frutos tratados con NaClO fueron positivos mientras que el 85 % resultaron negativos y para la fruta control el 55 % resultaron positivos mientras que el 45 % dieron negativo.

#### DISCUSIÓN

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2012), los recuentos de BAMT y HF diferenciales entre sitios de producción pueden ser explicados por la aplicación de prácticas agrícolas diferentes tanto durante el cultivo, como en el momento de la cosecha, el transporte y el almacenamiento.

Cliver (1997) sostuvo que patógenos como *E. coli* O157:H7 y *Salmonella* spp pueden contaminar las frutas y vegetales a través de desechos fecales, aguas residuales, agua de irrigación contaminada o agua superficial. *E. coli* O157:H7 está relacionado con infecciones graves en el hombre, producidas por contaminación del agua y los alimentos (Rubeglio & Tesones, 2007).

Brackett (1998) y Harris (1998) reportaron la presencia de *E. coli* O157:H7 en lechuga, sidra de manzanas, brotes de alfalfa y de *Salmonella* spp. en brotes de poroto y de alfalfa, tomate, sidra de manzanas, melón cantalupo, sandía y diversas hortalizas.

Tabla 3. Recuentos ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) ( $\pm$ DE) de la microbiota ambiental en la cámara de almacenamiento en frío a 0°C en el establecimiento de Batán. n.d: no detectado. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tiempos de almacenamiento para los microorganismos estudiados. BAMT: bacterias aeróbicas mesófilas totales.

| Tiempos del almacenamiento | Psicrófilas | BAMT                      | Hongos                   | Levaduras                 |
|----------------------------|-------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1 mes                      | n.d         | 3,58±0,64 <sup>(b)</sup>  | 3,44±0,24 <sup>(b)</sup> | 3,23± 0,60 <sup>(b)</sup> |
| 3 meses                    | n.d         | 3,68±0,39 <sup>(ab)</sup> | 3,61±0,23 <sup>(b)</sup> | 3,87± 0,39 <sup>(a)</sup> |
| 4 meses                    | n.d         | 4,23±0,34 <sup>(a)</sup>  | 4,07±0,44 <sup>(a)</sup> | 4,01± 0,29 <sup>(a)</sup> |

Tabla 4. Recuentos de microorganismos sobre la superficie de frutos de kiwi ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) ( $\pm$ DE) no tratados (control) y tratados con hipoclorito de sodio (NaClO) 150 ppm luego del almacenamiento a 0°C, durante cinco meses. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en el efecto de la aplicación del tratamiento de desinfección (NaClO 150 ppm) frente al Control sobre los microorganismos estudiados ( $p = 0,05$ ). BAMT: bacterias aeróbicas mesófilas totales.

|         | BAMT                     | Hongos                   | Levaduras                 |
|---------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Control | 3,18±0,50 <sup>(a)</sup> | 2,76±0,45 <sup>(a)</sup> | 2,69± 0,53 <sup>(a)</sup> |
| NaClO   | 2,73±0,66 <sup>(b)</sup> | 2,59±0,32 <sup>(a)</sup> | 2,60± 0,59 <sup>(a)</sup> |

Tabla 5. Recuentos de microorganismos sobre la superficie de frutos de kiwi ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) ( $\pm$ DE) no tratados (control) y tratados con hipoclorito de sodio (NaClO) 300 ppm luego del almacenamiento a 0°C, durante cinco meses en dos temporadas consecutivas. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas en el efecto de la aplicación del tratamiento de desinfección (NaClO 300 ppm) frente al Control sobre los microorganismos estudiados ( $p = 0,05$ ). BAMT: bacterias aeróbicas mesófilas totales.

| Temporada 1 | BAMT                     | Hongos                   | Levaduras                 |
|-------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Control     | 2,72±0,18 <sup>(a)</sup> | 2,92±0,16 <sup>(a)</sup> | 2,18± 0,08 <sup>(a)</sup> |
| NaClO       | 1,28±0,16 <sup>(b)</sup> | 1,56±0,10 <sup>(b)</sup> | 1,40± 0,45 <sup>(b)</sup> |
| Temporada 2 | BAMT                     | Hongos                   | Levaduras                 |
| Control     | 2,44±0,36 <sup>(a)</sup> | 2,39±0,32 <sup>(a)</sup> | 2,19±0,30 <sup>(a)</sup>  |
| NaClO       | 1,52±0,33 <sup>(b)</sup> | 1,25±0,25 <sup>(b)</sup> | 1,16±0,21 <sup>(b)</sup>  |

También se informó sobre la presencia de *Salmonella* spp. en frutas como piña, papaya, mango verde, sandía, durazno, manzana Golden y Starkinson en Costa Rica y México (Avila-Quezada et al., 2008). En este ensayo podemos afirmar que la zona de producción de kiwi del partido de General Pueyrredón analizada dio negativo para ambos patógenos, cumpliendo con la normativa microbiológica expresada por el CAA (Actualizado 10/2017) para hortalizas y frutas frescas, en donde se establecen los parámetros y criterios microbiológicos a determinar para *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7/NM y *E. coli* no O157.

En general los riesgos microbiológicos asociados a los productos frutihortícolas están relacionados con las malas prácticas de producción, como el empleo de agua de riego contaminada, la presencia de animales en las áreas de cultivo, o una inadecuada higiene de las instalaciones y de los operarios (Hernandez Cruza, 2010). Si no se cumplen las normas higiénicas agrícolas y de manufactura, puede ocurrir un aumento en la carga microbiana que disminuye la calidad del producto o lo convierte en no apto para su consumo.

La determinación de la microbiota en el ambiente de las cámaras de frío, es una información que sugiere la importancia que tiene monitorear la carga de microorganismos en los frutos durante el almacenamiento ya que podrían deteriorarlos provocando una menor vida útil causándoles pérdidas económicas relevantes para los productores.

Los hongos filamentosos y levaduras son microorganismos capaces de crecer en la superficie de los kiwis y afectar su calidad y vida útil. En Argentina, Demarinis (2017) detectó BAMT en la superficie de frutos de kiwi luego de cuatro meses de almacenamiento en frío, y obtuvo similares resultados que los registrados en este estudio para la fruta sin desinfectar. Niveles de NaClO como el evaluado en este estudio (100-150 ppm NaClO a pH 6,5) fueron efectivos en el control de mesófilos, psicrótrofos y enterobacterias en lechuga, espinaca, escarola, pimiento, melón e hinojo (Conesa et al., 2007; Artés et al., 2009; Artés-Hernandez et al., 2010b).

Los CT son considerados indicadores de calidad ya que el número de coliformes en una muestra, se usa

como criterio de contaminación y de calidad sanitaria de la misma (Silva et al., 2004). Por otro lado, es importante indicar que en bibliografía no se encontraron estudios que evalúen la presencia de CT en frutos de kiwi, por lo que los resultados obtenidos constituyen los primeros datos sobre este grupo microbiano en el mencionado fruto. Algunos coliformes son comunes en las heces del hombre y otros animales, pero otros (*Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Erwinia*) comúnmente se encuentran en el suelo, agua y semillas. Algunos de estos microorganismos tienen la capacidad de sobrevivir por largos períodos en las hortalizas y frutas frescas, de resistir procesos de desinfección e incluso de multiplicarse durante el almacenamiento (Rivera Jacinto et al., 2009). El incremento de la dosis de NaClO a 300 ppm, redujo significativamente la carga de BAMT, HF, L y CT, permitiendo obtener frutos de mayor vida útil, y aptos para el consumo.

## CONCLUSIONES

Los frutos de kiwi presentaron en su superficie una microbiota natural proveniente del cultivo a campo y compuesta por BAMT, HF, L y CT. No se detectaron bacterias patógenas para la salud del consumidor.

Las concentraciones encontradas en la microbiota natural podrían generar un riesgo para la calidad del producto, por lo cual fue necesario optimizar la desinfección de la fruta entera con NaClO luego del almacenamiento en frío. En este trabajo se seleccionó un tratamiento con NaClO de una concentración de 300 ppm a pH: 6,5, con agitación constante y a 4-6 °C, que permitió reducir la carga microbiana inicial de BAMT, HF, L y CT de la fruta a valores seguros.

Es importante, mantener un estrecho contacto con los productores para que optimicen sus prácticas de manejo del cultivo; para que dispongan de protocolos de limpieza y sanitización de las cámaras de frío donde la fruta queda almacenada a lo largo de las temporadas y para controlar que el sector de producción esté lo más resguardado posible del contacto con animales domésticos y roedores. Por ello, es fundamental monitorear los aspectos sanitarios, de calidad y vida útil de la fruta.

El kiwi, en nuestro país, se destina al consumo como fruta entera. Sin embargo, interviene cada vez más en la elaboración de productos mínimamente procesados y deshidratados, que le dan valor agregado. En todos los casos, la inocuidad debe estar garantizada y para ello, cada eslabón del proceso debe ser monitoreado.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto PNAIyAV 1130033: "Tecnologías de preservación de alimentos y de aprovechamiento de subproductos" otorgado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. La Lic. Moreno cuenta con una beca tipo B otorgada por la Universidad Nacional de Mar del Plata. Los resultados son parte de los requisitos para obtener el título de doctorado de la Lic. Ayelen Moreno en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Los autores

agradecen al Instituto de Análisis y Medio Ambiente Fares Taie-Mar del Plata por permitir realizar parte de los ensayos de laboratorio en dicha institución.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arenas De Moreno, L., M. Marín, C. Castro De Rincón & L. Sandoval.** 1995. Determinación por HPLC de los azúcares en los frutos de guayaba (*Psidium guajava*. L.) de una plantación comercial del municipio Mara. Revista de la Facultad de Agronomía. (LUZ).12:467-483.
- Artés, F & A. Allende.** 2005. Processing lines and alternative preservation techniques to prolong the shelf life of minimally fresh processed leafy vegetables. European Journal of Horticultural Science 70: 231-245.
- Artés, F., P.A. Gomez & F. Artés-Hernandez.** 2007. Physical physiological and microbial deterioration of minimally fresh processed fruits and vegetable. Food Science and Technology International13: 177-188.
- Artés, F., P.A. Gomez, E. Aguayo, V.H Escalona & F. Artés-Hernandez.** 2009. Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. Postharvest Biology and Technology 51:287-296.
- Artés-Hernandez, F., P. Gómez, E. Aguayo & F. Artés.** 2010. Technological innovations to preserve quality and safety of fresh-cut horticultural products. En: Environmentally friendly and safe technologies for quality of fruits and vegetables. Ed. C.Nunes. 192-200.
- Anker-Kofoed, E.A.** 2008. Quantitative analysis of trade-related issues in the global kiwifruit industry. Tesis Master en comercio y gestión. Lincoln University, Canterbury, New Zealand. 109pp.
- Ávila-Quezada, G., E. Sánchez, E. Muñoz, L.R. Martínez & E. Villalobos.** 2008. Diagnóstico de la calidad microbiológica de frutas y hortalizas en Chihuahua, México. Scielo. *Versión On-line* ISSN 1851-5657. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-56572008000100011](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572008000100011). Último acceso: 17 de febrero de 2018.
- Benes G., L. Viteri & A. Yommi.** 2014. CD-ROM companion. [CD-ROM computer file] Kiwi marplatense: un negocio innovador. 4° Congreso Regional de Economía Agraria y 45° Reunión Anual de la AAEEA. Buenos Aires.
- Brackett, R.E.** 1998. Safe handling of fruits and vegetables. En: Fresh-cut products: maintaining quality and safety. Postharvest horticulture series n°10.
- Brackett R.E & D.F. Splittstoesser.** 1992. En: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3ª Ed. APHA. New York. Fruits and Vegetables. Chapter 49. 919-927 pp.
- Conesa, A., F. Artés-Hernandez, A.C. Silverira & F. Artés.** 2007. Acidified sodium chloride as emerging disinfectant for fresh-cut bell peppers. En: Novel approaches for the control of postharvest diseases and disorders. Bologna, Italia. Cost action 924.
- Cliver, D.O.** 1997. Foodborne viruses. In: Doyle MP, Beachat LR, Montville TJ (ed.) Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers. International Journal of Food Microbiology. 67: 437-446.

- Demarinis, F.** 2017. Efecto del almacenamiento en frío sobre la microbiota de frutos de kiwi "Hayward". Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina. 53 pp.
- Depósito De Documentos De La FAO. 2003.** Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: Del campo al mercado. Capítulo 4: Aspectos higiénicos y sanitarios. En: López Camelo AF. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4893S/y4893s07.htm#bm07>. Último acceso: 19 de febrero 2018.
- Harris, L.** 1998. Food safety. II. Microbial pathogens associated with produce. In: Fresh-Cut products: Maintaining quality and safety. Postharvest Horticulture Series n°10.
- Hernández Cruza, P.E.** 2010. Bacterias patógenas emergentes transmisibles por los alimentos. Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <http://www.analesranf.com/index.php/mono/article/viewFile/1111/1128>. Último acceso: 19 de Febrero 2018.
- Levy Guarda, N.** 2003. Optimización de la Atmósfera en Kiwi variedad Hayward. Proyecto para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 47p.
- ISO 4832.** 2006. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of coliforms - Colony-count technique.
- ISO 6579-1.** 2017. Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella*.
- ISO/TS 13136.** 2012. Microbiology of food and animal feed -Real-time polymerase chain reaction (PCR)-based method for the detection of food-borne pathogens - Horizontal method for the detection of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and the determination of O157, O111, O26, O103 and O145 serogroups.
- ISO 16649-2.** 2001. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli* - Part 2: Colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide.
- Motilva Casado, M.J., M.A. Díaz Borrás & M. Vila Aguilar.** 1991. Fungal flora present on the surface of cured spanish ham. Methodological study for its isolation and identification. *Fleischwirtsch.* 71: 1300-1302.
- Organización Mundial De La Salud (OMS).** 2012. Cinco claves para cultivar frutas y hortalizas más seguras: promover la salud mediante la disminución de la contaminación microbiana. ISBN 978 92 4 350400 1.
- R Core Team R.** 2015. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rivera Jacinto, M., C. Rodríguez Ulloa & J. López Orbegoso.** 2009. Contaminación fecal en hortalizas que se expenden en mercados de la ciudad de Catamarca, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica.* 26: 45-48.
- Ruboglio, E.A & S. Tesone.** 2007. *Escherichia coli* O157 H7: presencia en alimentos no cármicos. Scielo. *Versión On-line* ISSN 1668-3501. Disponible en [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S032500752007000300000](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S032500752007000300000) Último acceso: 15 Febrero de 2018.
- Ruiz De Castro, A.M., V. Otero, P.P. Gallego & R. Oria.** 2006. Envasado de frutos de kiwi en diferentes películas plásticas. Simposio postcosecha Orihuea. pp.307-311.
- Rushing, J.W.** 2004. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks. K.C. Gross, C.Y. Wang and M. Saltveit (eds). *Kiwifruit En: Agriculture Handbook Number 66*, United States Department of Agriculture, Beltsville, Maryland. Available at: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/079kiwifruit.pdf> (accessed 20 de junio de 2014)
- Silva, J., L. Ramírez, A. Alfieri, G. Rivas & M. Sánchez.** 2004. Determinación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria. Coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos en agua potable envasada y distribuida en San Diego, estado Carabobo, Venezuela. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología.* 24: 1-2.
- Woodwar, T.J.** 2006. Variation in "Hayward" kiwifruit quality characteristics. Thesis doctoral. The University of Waikato. New Zealand. 228 pp.