

XVIII CONGRESO NACIONAL DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



XVIII coneia

Agroindustrias para el Desarrollo del País

ABANCAY - APURIMAC - 2017



www.coneia.unamba.edu.pe
xviii.coneia.abancay.2017@gmail.com
XVIII CONEIA-Abancay 2017

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial
9, 10, 11, 12 y 13 de Octubre.
XVIII CONEIA: Agroindustrias para el desarrollo del país

2017

ABANCAY

Editado por:

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac
Av. Garcilaso de la Vega s/n Tamburco
Abancay – Apurímac

Dirección electrónica: dagnith2007@yahoo.com.br

Página web: <http://www.coneia.unamba.edu.pe>

Autores

Dagnith Liz Bejarano Luján
Luis Ricardo Paredes Quiroz

Editor

Dagnith Liz Bejarano Luján

Diagramación

Mario Ángel Gamarra Chirinos

Primera edición, noviembre 2018

Tiraje: 100 ejemplares

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018-16256

ISBN: 978-612-46890-1-7

Impreso en noviembre del 2018

IMPRENTA ESPINOZA

De: Raymundo Miguel Espinoza Castillo

R.U.C. 10404661995

Av. Díaz Barcenás N° 129 – Abancay - Apurímac

El contenido de cada artículo publicado es de responsabilidad del (los) autor (es) y no expresa necesariamente la opinión del Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Agroindustrial- CONEIA 2017.

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este libro sin permiso del CONEIA.

La selección de cultivares como herramienta para el desarrollo de productos mínimamente procesados en fresco

Javier Mauricio Obando Ulloa¹

¹ Programa de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos, Ciudad Quesada, San Carlos, Alajuela, Costa Rica.
jaobando@itcr.ac.cr

Resumen

Actualmente, los consumidores tienen a su disposición una gran variedad de productos con diferente grado de elaboración. Dentro de estos productos sobresalen aquellos clasificados dentro de la IV Gama, también conocidos como mínimamente procesados en fresco (MPF). Se denominan mínimamente procesados, ya que son productos frescos que se someten a operaciones como pelado, cortado, lavado y desinfección que mejoran su valor comercial y facilitan su consumo. Además, estos productos se caracterizan por mantener los atributos de calidad de la materia prima de la que provienen, tales como el sabor, dulzor y textura. Un factor clave en su proceso de elaboración es la selección adecuada de la materia prima para garantizar los atributos de calidad y vida útil esperados por el consumidor. El objetivo del presente trabajo consiste en presentar una serie de trabajos de investigación desarrollados en los últimos años que permitieron identificar variedades idóneas y que sirven de referencia para esta industria en Chile.

Palabras clave: Calidad, frutas, IV gama, mínimamente procesados en fresco, variedades.

1. Introducción

Actualmente, los consumidores encuentran diferentes tipos de alimentos derivados de frutas y hortalizas expuestos en los anaqueles en los puntos de compra. Estos productos se clasifican según diferentes criterios, uno de ellos implica su agrupación en diferentes gamas (I, II, III, IV y V) que se empezó a utilizar en los países francófonos, de donde se difundió al resto del mundo (Carreres, 2010).

La primera de estas gamas está constituida por alimentos frescos (frutas, hortalizas, carnes, pescados, mariscos, huevos) y otros productos conservados mediante métodos tradicionales como la deshidratación, la salazón, el encurtido y la fermentación sin ser sometidos a ningún tratamiento higienizante como la pasteurización o la esterilización.

En la II Gama se encuentran aquellos alimentos vegetales que han sido sometidos a un tratamiento térmico para su conservación como la esterilización y que se envasan en recipientes adecuados, herméticamente cerrados, ya sean latas o envases de vidrio. Estos productos son generalmente conocidos como conservas y semiconservas. Algunas semiconservas, como las anchoas, necesitan además refrigeración.

En la III Gama se ubica los alimentos vegetales conservados por frío; es decir, por congelación o ultra congelación. En estos casos los alimentos son sometidos a un proceso de congelación en crudo, por lo que es necesaria su descongelación para cocinarlo antes de ingerirlo. En estos productos es imprescindible que no se rompa la cadena de frío, por lo que deben transportarse en condiciones isotermas, respetando las condiciones de almacenamiento y uso (Chavarrías, 2016; Carreres, 2010).

La IV Gama es una línea de hortalizas y frutas frescas, preparadas mediante diferentes operaciones unitarias tales como selección, pelado, cortado, lavado y envasado. Son conservadas, distribuidas y comercializadas bajo cadena de frío y están listas para ser consumidas crudas sin ningún tipo de operación adicional durante un periodo de vida útil de 7 a 10 días. Estos son los llamados productos mínimamente procesados en fresco (MPF) o listos para consumir (Villena et al., 2010).

En los últimos años ha surgido una nueva gama de alimentos, la denominada V Gama. Esta gama está formada por aquellos productos cuyas formas comerciales implican haber recibido dos modos diferentes de manipulación tecnológica; es decir, un tratamiento térmico y un envasado, además del complemento del frío para su buena conservación, por lo que estos alimentos son productos tratados por calor, listos para consumir y que se comercializan refrigerados. Incluyen una amplia variedad de productos, desde verduras cocidas hasta platos preparados a base de carne, pescado, pasta, arroz, etc. Para su consumo sólo necesitan una mínima preparación o un calentamiento previo, en microondas u homo convencional (Chavarrías, 2016; Artés-Calero et al., 2015; Carreres, 2010).

De todos estos productos, nos centraremos en los productos de la IV Gama o productos mínimamente procesados. La aparición de productos mínimamente procesados está asociada a cambios en los hábitos de consumo dado el ritmo de vida acelerado de hoy en día, con

escaso tiempo para preparar comidas equilibradas (Obando-Ulloa et al., 2015; Villena et al., 2010), la incorporación de la mujer al mercado laboral y el surgimiento de las nuevas estructuras familiares conformadas por un solo miembro, el nivel de renta y el aumento de la esperanza de vida (Carreres, 2010).

Los MPF son productos que presentan un valor añadido y una alta calidad nutritiva y sensorial, que generalmente se consumen crudos (Herrero y Romero de Ávila, 2006). Las operaciones que caracterizan al proceso de elaboración de los MPF, en especial el pelado y corte, provocan alteraciones en el metabolismo que se manifiestan como aumentos en la respiración, producción de etileno (C₂H₄), pérdida de la firmeza, deshidratación, descompartmentalización celular, acumulación de metabolitos secundarios y pardeamiento entre otros (Watada et al., 1996; Watada y Qui, 1999). Si bien todos estos procesos son importantes, los cambios que se producen en la respiración, producción de C₂H₄ y firmeza de la pulpa, son considerados como los principales, puesto que resultan de gran utilidad en la determinación y predicción de la vida útil de estos productos (Obando-Ulloa et al., 2014).

Además, las diferencias entre el cultivar y el genotipo del patrón tienen un efecto importante en la calidad sensorial, rendimiento, composición nutricional y vida útil de los MPF (Kader, 2002), lo que hace que no todos los materiales genéticos sean apropiados para la elaboración de productos MPF por lo que se hace necesario evaluar la aptitud de los mismos para el procesamiento (Gil et al., 2007).

Selección de materiales vegetales para la elaboración de productos MPF

Obando-Ulloa et al. (2013) evaluaron la aptitud para el procesamiento mínimo en fresco de tres variedades de durazno (Summer Lady, Beauty Sweet, y Zee Lady) procedentes de dos regiones de Chile. Los frutos fueron transportados al Centro de Estudios Poscosecha (CEPOC) de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile donde, previo enfriamiento, se procesaron en una cámara higienizada a 10 °C y se mantuvieron 10 d a 5 °C. Durante el almacenamiento refrigerado se analizó la actividad respiratoria y la producción de etileno (C₂H₄) por cromatografía gaseosa (GC), la firmeza de la pulpa y la calidad sensorial.

La actividad respiratoria y la producción de C₂H₄ mostraron diferencias entre variedades y con el transcurso del tiempo, donde la menor respiración correspondió a la variedad Beauty Sweet con un valor inicial de 20,88 mg CO₂ kg⁻¹h⁻¹ y un valor final de 9,36 mg CO₂ kg⁻¹h⁻¹, mientras que Zee Lady y Summer Lady presentaron valores iniciales de 35,61 mg CO₂ kg⁻¹h⁻¹ y 26,78 mg CO₂ kg⁻¹h⁻¹ y valores finales de 14,05 mg CO₂ kg⁻¹h⁻¹ y 18,67 mg CO₂ kg⁻¹h⁻¹, respectivamente (Figura 1A). En relación con la emisión de C₂H₄, la variedad Beauty Sweet mostró la menor producción con un valor inicial de 1,96 μL C₂H₄ kg⁻¹h⁻¹ y un valor final de 2,61 μL C₂H₄ kg⁻¹h⁻¹, en tanto que Zee Lady y Summer Lady presentaron valores iniciales de 3,26 μL C₂H₄ kg⁻¹h⁻¹ y 10,24 μL C₂H₄ kg⁻¹h⁻¹, valores finales de 10,71 μL C₂H₄ kg⁻¹h⁻¹ y 15,9 μL C₂H₄ kg⁻¹h⁻¹, respectivamente (Figura 1B).

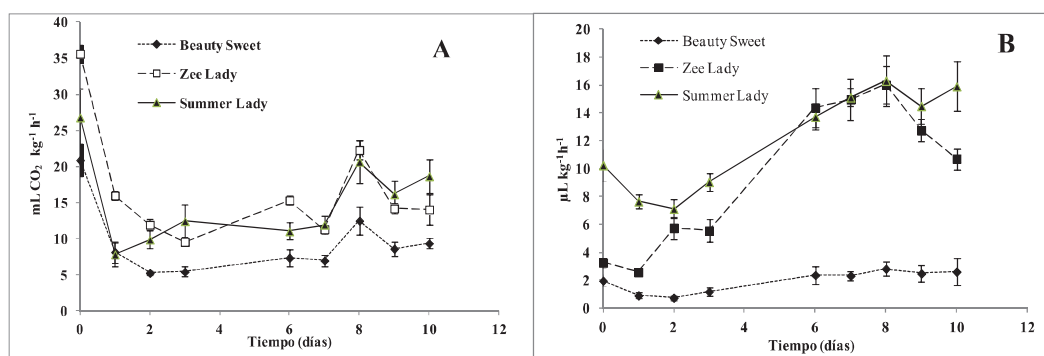


Figura 1. Actividad respiratoria (A) y producción de C₂H₄ (B) de tres variedades de durazno MPF conservadas 10 d a 5 °C. Las barras representan el error estándar de la media (n= 4)

Fuente: Obando-Ulloa et al. (2013)

La firmeza de la pulpa también mostró diferencias entre variedades y con el transcurso de la conservación. Las variedades Beauty Sweet y Zee Lady presentaron los mayores valores iniciales (7,48 y 7,63 N, respectivamente) sin diferenciarse estadísticamente, mientras que Summer Lady presentó una firmeza inicial de 5,95 N. Al cabo de 10 días de conservación a 5 °C, las variedades no se diferenciaron entre sí presentando valores de firmeza de 5,43; 4,78 y 4,22 N para Zee Lady, Summer Lady y Beauty Sweet, respectivamente (Figura 2). Las diferencias observadas entre variedades también han sido encontradas en otros productos como por ejemplo en melón Galia (Silveira et al., 2013).

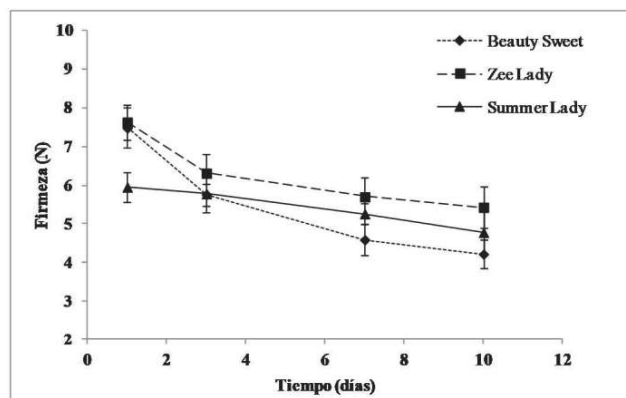


Figura 2. Evolución de la firmeza de tres variedades de durazno MPF conservadas 10 d a 5 °C. Las barras representan el error estándar de la media (n= 8)

Fuente: Obando-Ulloa et al. (2013)

En relación con los parámetros sensoriales, tanto la apariencia como el pardeamiento no mostraron diferencias entre variedades. Sin embargo, hubo una disminución con el transcurso del tiempo, aunque al cabo de 10 días de conservación todavía estaban aceptables para el consumo al presentar valores superiores a 5 definidos como límite de aceptabilidad. Si bien la variedad Beauty Sweet fue la que presentó la mayor firmeza, con un valor medio de 9,06, fue categorizada con menor sabor (4,67). Por su parte, Zee Lady y Summer Lady no se diferenciaron entre sí en ninguno de los parámetros mostrando valores medios de 6,31 y 5,31 para firmeza y de 6,43 y 7,10 para el sabor respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1
Evaluación sensorial de tres variedades de durazno MPF al inicio y tras 10 d de conservación a 5°C

Variedad	Apariencia	Firmeza	Sabor
Inicio			
Beauty Sweet	9,63±0,75 a	9,23±1,15 A	5,77±1,10 B
Summer Lady	10,4±1,04 a	7,29±1,15 B	8,48±1,03 A
Zee Lady	9,96±0,76 a	7,61±1,22 B	6,23±1,05 A
10 días			
Beauty Sweet	6,11±0,94 b	7,40±1,11 A	2,79±0,69 B
Summer Lady	4,58±0,96 b	5,18±1,15 B	6,14±1,17 A
Zee Lady	5,69±0,84 b	5,69±1,26 B	6,39±1,11 A

Medias seguidas por la misma letra (mayúscula para variedades y minúscula para tiempo) no se diferencian estadísticamente según prueba DMS ($P \leq 0,05$). Los valores son medias (n=12) ± error estándar

Fuente: Obando-Ulloa et al. (2013)

Estos autores llegaron a la conclusión que, de las variedades evaluadas, Zee Lady y Summer Lady presentan una mejor aptitud para el procesamiento mínimo, manteniendo su calidad por hasta 10 d a 5 °C.

Los productos MPF sufren modificaciones importantes en su calidad debido a la presencia de superficies cortadas y tejidos vegetales dañados, ya que su metabolismo sigue estando activo y es mayor que el de los productos intactos (Orsat et al., 2001), por lo que otro aspecto por considerar en la elaboración de los MPF es el formato o tipo de corte como serán presentados a los consumidores.

Obando-Ulloa et al. (en prensa) evaluaron el efecto del corte y la temperatura de conservación sobre la firmeza, contenido de ácido málico y azúcares por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y, el perfil aromático por cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) de peras (*Pyrus communis* L.) var. Packham's Triumph cortadas en cascos o cubos, envasadas en recipientes plásticos con tapa y conservadas 8 d a 5 y 8° C.

Estos autores encontraron que tras 1 día de almacenamiento, los cascos presentaron una firmeza 10% mayor que los cubos (5,02 Kgf) y esta tendencia se mantuvo hasta el final del almacenamiento (Tabla 2).

Tabla 2
Evolución de la firmeza (Kgf) de cascos y cubos de peras Packham's Triumph conservadas 8 d a 5 u 8 °C

	Tiempo de almacenamiento (d)			
	1	3	6	8
Tipo de corte (TC)				
Cascos	5,6 a ²	5,4	5,3 a	5,5 a
Cubos	5,0 b	5,3	5,0 b	4,9 b
Temperatura (Te)				
5 °C	5,4	5,4 a	5,3 a	5,3
8 °C	5,3	5,2 b	5,0 b	5,1
Nivel de significancia				
TC	****	NS	**	****
Te	NS	**	**	NS
TC×Te	NS	NS	NS	NS

Las letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) para cada factor de acuerdo con el test de Tukey. NS, *, **, ****: No significativo o significativo para $P < 0,05$, 0,01, ó 0,001, respectivamente

Fuente: Obando-Ulloa et al. (2018)

Por otro lado, los cubos conservados a 8 °C presentaron el mayor contenido de ácido málico ($0,0014 \text{ mg} \cdot \text{g}_{\text{PF}}^{-1}$) en comparación con los otros tipos tras 1 d de almacenamiento a 5 y 8 °C, lo cual se mantuvo hasta el final del almacenamiento (Tabla 3). De igual forma, los cubos almacenados a 8 °C presentaron el mayor contenido de fructosa ($0,0244 \text{ mg} \cdot \text{g}_{\text{PF}}^{-1}$) en comparación con los otros tipos de corte a ambas temperaturas tras 1 d de almacenamiento. Al final de la conservación (día 8), los cubos y los cascos almacenados a 8 y 5 °C, respectivamente, presentaron el mayor contenido de fructosa ($0,0433$ y $0,0434 \text{ mg} \cdot \text{g}_{\text{PF}}^{-1}$, respectivamente) en comparación con los otros tipos de corte a ambas temperaturas.

En cuanto al contenido de glucosa, los cubos almacenados a 8 °C presentaron el mayor contenido ($0,0115 \text{ mg} \cdot \text{g}_{\text{PF}}^{-1}$) tras 1 d de almacenamiento, en comparación con los otros tipos de corte a ambas temperaturas de conservación. Sin embargo, al final del almacenamiento (día 8), los cascos conservados a 5 °C presentaron el mayor contenido de glucosa ($0,0180 \text{ mg} \cdot \text{g}_{\text{PF}}^{-1}$) en comparación con los otros tipos de corte a 5 y 8 °C, mientras que todos los tipos de corte presentaron contenidos de sacarosa entre $0,0055$ y $0,0079 \text{ mg} \cdot \text{g}_{\text{PF}}^{-1}$, sin diferencias significativas.

En los cascos y cubos de pera Packham's Triumph se identificó alrededor de 125 compuestos aromáticos volátiles. Sin embargo, solo 5 de estos compuestos (3 ésteres, 1 alcohol y 1 aldehído) fueron comunes, tanto en la materia prima como en los tipos de corte. No obstante, el contenido relativo de estos compuestos disminuyó durante el almacenamiento de los cascos a 5 y 8 °C y en cubos a 5 °C. En cambio, los cubos conservados a 8 °C no evidenciaron la presencia de butil acetato y acetato de propilo. De todos los compuestos identificados, el pentanal fue el único compuesto que no presentó una disminución de su contenido relativo (Figura 3).

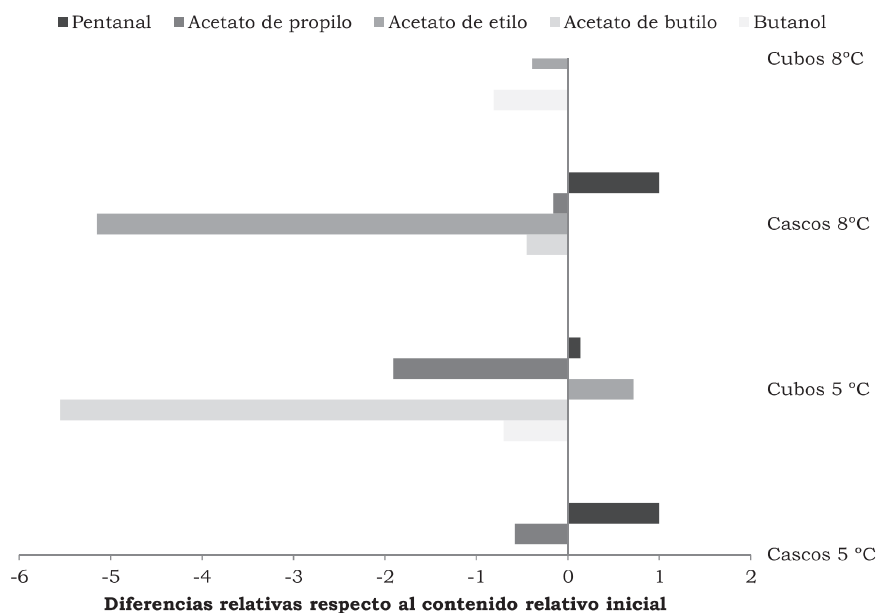


Figura 3. Variación del contenido relativo de los compuestos aromáticos volátiles de los cascos y cubos de peras Packham's Triumph con respecto del contenido inicial. Los valores negativos indican la disminución con respecto del contenido inicial del compuesto en la muestra

Fuente: Obando-Ulloa et al. (2018)

En conclusión, Obando-Ulloa et al. (2018) encontraron que, a mayor grado de corte, mayor pérdida de firmeza, contenido de ácido málico y azúcares. Sin embargo, el contenido de compuestos aromáticos volátiles se redujo independientemente del tipo de corte y las temperaturas de conservación. Por tanto, estos autores sugieren que las peras Packham's Triumph deben ser procesadas en cascos y almacenadas a 5 °C para mantener una calidad general óptima durante 8 días.

Las frutas y hortalizas son fuentes de compuestos funcionales que tienen una importancia en la salud de los consumidores. Estudios epidemiológicos han demostrado que el consumo de frutas y sus derivados presentan un beneficio contra las enfermedades crónicas, incluyendo las enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer, debido a la presencia de fotoquímicos no esenciales, entre otros compuestos. Dentro de los fotoquímicos, los compuestos fenólicos merecen especial mención debido a sus propiedades antioxidantes (Balasundram et al., 2006; Gil et al., 2002).

Esto ha provocado un creciente interés en conocer el comportamiento de estos compuestos en los productos MPF, ya que su contenido puede disminuir al ser expuestos al oxígeno o a la luz (Gil et al., 2006) o aumentar por el estrés provocado por las operaciones a las que son sometidos (lavado, pelado, cortado) (Surjadinata y Cisneros-Zevallos, 2012), por lo que Obando-Ulloa et al. (2012) caracterizaron dos cultivares de nectarina [(*Prunus persica*) cvs. September Bright (SB) y Summer Fire (SF)], de acuerdo con su capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos para ser recomendada a la industria de productos MPF.

El día del procesamiento, las nectarinas se lavaron con una solución de hipoclorito de sodio de 200 mg·L⁻¹ (pH 5 a 7). Seguidamente, los frutos se enjuagaron durante 3 min a 5 °C y se escurrieron durante 3 min. Cada fruto se cortó manualmente en 8 cascos longitudinales, sin remover la piel y se sumergieron 5 min en una mezcla de solución antipardeante de ácido cítrico (0,5% p/v) y ácido ascórbico (0,5% p/v) a 5 °C y se escurrieron 3 min sobre una rejilla de acero inoxidable. Aproximadamente 200 g de cascos se envasaron en bolsas de polietileno (10 × 15 cm) y se almacenaron 7 d a 5 °C y 90-95% HR. Durante el almacenamiento se analizó la capacidad antioxidante (por el método de FRAP) y el contenido de compuestos fenólicos de bajo peso molecular (por HPLC) además de la atmósfera interna en los envases y el color de la pulpa (Obando-Ulloa et al., 2012).

De acuerdo con los resultados, los cascos del cultivar Summer Bright presentaron una capacidad antioxidante de 4,6 μmol_{ET}·g_{PF}⁻¹, la cual se mantuvo hasta el final del almacenamiento a 5 °C, probablemente debido a que la solución antipardeante utilizada y la menor concentración de O₂ en los envases minimizaron la pérdida de los compuestos funcionales a pesar del pardeamiento enzimático de los cascos

durante el almacenamiento como se ha reportado en otros productos (Htwe et al., 2010). En los cascos del cultivar Summer Fire, los valores fueron de 3,40 y 1,91 $\mu\text{mol}_{\text{ET}} \cdot \text{g}_{\text{PF}}^{-1}$ tras 1 y 7 d a 5 °C, respectivamente (Tabla 3).

En cuanto al contenido de fenoles totales, los cascos del cultivar Summer Bright presentó un contenido de 1 $\text{meq}_{\text{ácido gálico}} \cdot \text{g}_{\text{PF}}^{-1}$ a lo largo del almacenamiento, mientras que los cascos del cultivar Summer Fire presentaron un contenido de 0,40 $\text{meq}_{\text{ácido gálico}} \cdot \text{g}_{\text{PF}}^{-1}$ tras 7 d a 5 °C (Tabla 3), lo cual presentó una alta correlación con la capacidad antioxidante ($r=0.95$).

Tabla 3
Capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales ($n=3$) de los cascos de nectarina cvs. September Bright y Summer Fire MPF almacenados 7d a 5 °C

Cultivar	Tiempo (d)	Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol}_{\text{ET}} \cdot \text{g}_{\text{PF}}^{-1}$)	Fenoles totales ($\text{meq}_{\text{ácido gálico}} \cdot \text{g}_{\text{PF}}^{-1}$)
September Bright	1	4,6 A a	1,0 A a
	7	4,4 A a	0,9 A a
Summer Fire	1	3,4 B a	0,7 B a
	7	1,9 C b	0,4 C b

Letras minúsculas indican las diferencias significativas entre la misma variedad con respecto del tiempo. Letras mayúsculas representan diferencias significativas entre variedades con respecto del tiempo de acuerdo con el análisis de Tukey-Kramer ($p \leq 0,05$)

Fuente: Obando-Ulloa et al. (2012)

En ambos cultivares se identificó catequina, procianidina, ácido caftárico, ácido clorogénico y flavonol (Tabla 3). De estos compuestos, la catequina tendría una mayor implicancia en la actividad antioxidante ($r=0,90$) y el contenido de fenoles totales en Summer Bright ($r=0,80$) y Summer Fire ($r=0,96$; $r=0,91$, respectivamente). Estos autores indican que la procianidina y el flavonol podrían estar implicados en el pardecimiento enzimático de estos cultivares, por su correlación con el parámetro L^* del color de la pulpa ($r=0,72$; $r=0,94$, respectivamente), por lo que recomiendan que el cultivar Summer Bright podría ser recomendado por su capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales a la industria de los productos MPF de Chile.

Tabla 4
Compuestos fenólicos de bajo peso molecular ($n=3$) identificados en cascos de nectarina cvs. September Bright y Summer Fire MPF almacenados 7d a 5 °C

Cultivar	Tiempo (d)	Concentración ($\text{mg} \cdot \text{kg}_{\text{PF}}^{-1}$)				
		Catequina	Procianidina	Á. Caftárico	Á. clorogénico	Flavonol
September Bright	1	1,9 A a	7,1 AB a	4,2 A a	5,3 A a	1,1 A a
	7	2,1 A a	4,0 B a	1,8 AB a	5,0 AB a	1,1 A a
Summer Fire	1	1,5 A a	6,4 AB b	0,4 AB a	2,8 AB a	1,0 A a
	7	1,0 A b	9,3 A a	0 B b	1,0 B b	1,0 A a

Letras minúsculas indican las diferencias significativas entre la misma variedad con respecto del tiempo. Letras mayúsculas representan diferencias significativas entre variedades con respecto del tiempo de acuerdo con el análisis de Tukey-Kramer ($p \leq 0,05$)

Fuente: Obando-Ulloa et al. (2012)

2. Conclusión

Se ha demostrado que para el desarrollo de un producto MPF se requiere una serie de análisis, tanto de la materia prima como del producto elaborado para definir el tipo de material, llámese cultivar o especie más idóneo para satisfacer las necesidades de los consumidores. Las técnicas de análisis de alimentos, tanto tradicionales como las más modernas son la mejor herramienta con la que cuentan los investigadores para escoger el mejor material para su proceso.

Referencias bibliográficas

Artés-Calero, F., Artés-Hernández, F., Aguayo Giménez, E., Gómez Di Marco, P. (2015). Cálculos frigoríficos en industrias pequeñas y artesanales de productos mínimamente procesados de IV y V gamas. *Revista Iberoamericana Tecnología Postcosecha*, 16(2): 152-157.

- Artés-Calero, F.; Aguayo, E.; Gómez, P.; Artés-Hernández, F. (2009). *Productos vegetales mínimamente procesados o de la cuarta gama*. Recuperado de <http://www.horticom.com/pd/article.php?sid=73132>. Revisado el 30 de agosto de 2017.
- Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99, 191-203.
- Carrercs, J.E. (2010). *Evolución de las últimas novedades alimentarias en hortofruticultura derivadas de las nuevas demandas de consumo*. Recuperado de www.infoagro.com/hortalizas/productos_iv_v_gama.htm. Revisado el 3 de septiembre de 2017.
- Chavarrías, M. (2016). *¿Qué son las gamas alimentarias?*. Recuperado de www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2016/02/17/223347.php. Revisado el 10 de septiembre de 2017.
- Gil, M.I., Allende, A., Martínez-Sánchez, A. (Mayo a Junio de 2007). Factores que afectan al contenido de compuestos bioactivos en alimentos de IV gama. *V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones*. Libro de Resúmenes del V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. pp. 716- 725. Cartagena, Colombia.
- Gil, M.I., Aguayo, E., Kader, A.A. (2006). Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 4284-4296.
- Gil, M.I., Tomás-Barberán, F., Hess-Pierce, B., Kader, A.A. (2002). Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarina, peach, and plum cultivars from California. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 4976-4982.
- Herrero, A.M., Romero de Ávila, M.D. (2006). Innovaciones en el procesado de alimentos: Tecnologías no térmicas. *Rev. Med. Univ. Navarra*, 50(4), 71-74.
- Htwe, N.N., Srilaong, V., Tanprasert, K., Photchanachai, S., Kanlayanarat, S., Uthairatanakij, A. (2010). Low oxygen concentrations affecting antioxidant activity and bioactive compounds on coloured rice. *As. J. Food Ag-Ind.*, 3, 269-281.
- Kader, A. (2002). *Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas*. Universidad de California, Davis. Estados Unidos. 570 p.
- Obando-Ulloa, J.M., Oyarzún, A., Machuca, A., Luchsinger, L., Peña-Neira, A., Escalona, V.H. (2018). Effect of cutting and storage temperature on Packham's Triumph pears (*Pyrus communis* L.). *Acta Agronómica*, 67(1) (en prensa).
- Obando-Ulloa, J.M., Jiménez, V., Machuca-Vargas, A., Beaulieu, J.C., Infante, R., Escalona-Contreras, V.H. (2015). Effect of hot water dips on shelf life, sensory and functional quality of minimally processed 'Ryan Sun' peaches. *IDESIA*, 33(1), 13-26.
- Obando-Ulloa, J.M., Mery-Kraemer, L., Cáceres-Mella, A., Machuca, A., Peña-Neira, A., Escalona, V. (2014). Calcium and antibrowning agent effect on total phenol content and antioxidant capacity of fresh cut 'Packham's Triumph' pears packaged in modified atmosphere. *Int. J. Postharvest Technol. Innovat.* 4, 178-193.
- Obando-Ulloa, J., Silveira, A.C., Méndez, R., Hazbun, D., Fabry, A.M., Luchsinger, L., Escalona, V.H. (Septiembre de 2013). Aptitud para el procesamiento mínimo de tres cultivares de duraznos. Presentación oral. *64º Congreso Sociedad Agronómica de Chile, XXII Congreso Chileno de Fitopatología*. Viña del Mar, Chile.
- Obando-Ulloa, J.M., Fabry, A., Barraza-Ramírez, G., Machuca-Vargas, A., Morales, H., Escalona Contreras, V.H. (2012). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales de dos cultivares de nectarines mínimamente procesados en fresco. En Recasens, I., Graell, J., Echeverría, G. (Eds.). *Avances en poscosecha de frutas y hortalizas* (pp. 289-294). Edicions de la Universitat de Lleida, España.
- Orsat, V., Gariépy, Y., Raghavan, G.S.V., Lyew, D. (2001). Radio frequency treatment for ready to eat fresh carrots. *Food Res. Int.* 34, 527-536.
- Silveira, A.C., Aguayo, E., Artés, F. (2013). Shelf-life and quality attributes in fresh-cut Galia melon combined with fruit juices. *LWT – Food Science and Technology*, 50: 343-348.
- Surjadinata, B., Cisneros-Zevallos, L. (2012). Biosynthesis of phenolic antioxidants in carrot tissue increases with wounding intensity. *Food Chem.* 134, 615-624.
- Villena, P., Luchsinger, L., Obando, J., Hinojosa, A., Escalona, V.H. (2011). Efecto de diferentes sanitizantes en la calidad microbiológica de berros (*Nasturtium officinale* R. Br.) envasados en atmósfera modificada. *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha*, 12 (2), 214- 220.
- Watada, A.E., Qui, L. (1999). Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biol. Technol.* 15, 201-215.
- Watada, A.E., Ko, N.P., Minnott, D.A. (1996). Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biol. Technol.*, 9, 115-125.