



Silvia Matiacevich
Natalia Riquelme
Carla Arancibia
Departamento de Ciencia y
Tecnología de los Alimentos.
Facultad Tecnológica.
Universidad de Santiago de Chile.
silvia.matiacevich@usach.cl

Perspectivas de las tecnologías aplicadas en productos IV-Gama

Prospects of the technologies applied in fresh-cut products

Resumen

Debido al actual ritmo de vida y los cambios en los hábitos de alimentación de la población, ha aumentado la demanda de productos frescos, saludables y listos para consumir, como los productos (vegetales y frutas) mínimamente procesados, comercialmente denominados IV-gama. Así, la oferta de productos IV-gama ha aumentado, aportando al desarrollo de nuevos productos y tecnologías que permitan garantizar la calidad nutricional, sensorial e inocuidad, así como aumentar su vida útil.

En este trabajo se definirán los productos de IV-gama, sus tendencias de mercado en Chile y en el mundo, se describirán los procesos o tecnologías utilizadas para su conservación, sus ventajas y desventajas, para finalmente entregar un resumen de los principales problemas de estos productos, además de las posibles alternativas junto a las tendencias y perspectivas de este creciente mercado.

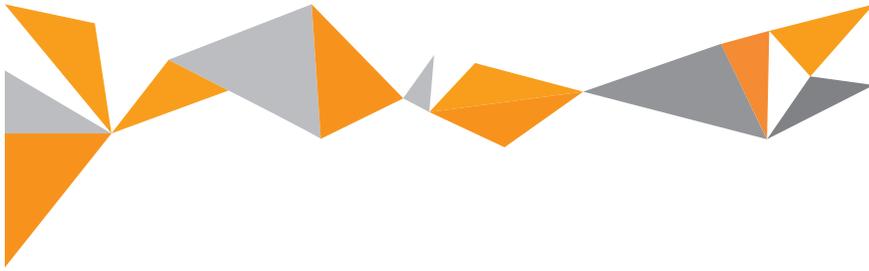
Palabras claves: Tecnología, alimentos IV gama, recubrimientos comestibles.

Abstract

Due to the current lifestyle and changes in eating habits of consumers, increasing demand for natural, fresh, healthy and ready to consume, as products (vegetables and fruits) minimally processed, commercially called fresh-cut products. Thus, the supply of fresh-cut products has increased, providing the development of new products and technologies to ensure nutritional, sensory quality and safety, besides of increasing their shelf-life.

In this work will be defined the fresh-cut products, its market trends in Chile and the world, processes or technologies used for conservation, where their advantages and disadvantages will also be described, to finally deliver a summary of the main problems of these products as well as possible alternatives with trends and prospects for this growing market.

Keywords: Technology, fresh-cut products, edible coatings.



Introducción

Durante los últimos años se ha incrementado el interés por consumir alimentos frescos que conserven su calidad organoléptica, nutricional y microbiológica durante más tiempo. Una alternativa a esta problemática son los vegetales y frutas mínimamente procesados, conocidos también como productos cuarta-gama (IV-gama), los cuales se caracterizan por ser sometidos sólo a tratamientos de lavado, corte y envasado, sin tratamientos térmicos u otros procesos más complejos, cuya principal ventaja es que pueden ser consumidos inmediatamente.

Los productos IV-gama más comercializados son: ensaladas listas para consumir, vegetales cortados listos para ser incorporados en las comidas, *mix* de frutas como colación, entre otros, teniendo una gran presencia en supermercados debido a la creciente demanda de los consumidores hacia productos listos para servir.

A diferencia de los productos frescos sin procesar, los productos de IV-gama tienen la desventaja de que su vida útil es aún más corta debido a su alta perecibilidad. Las técnicas para reducir el deterioro en este tipo

de productos, van desde la aplicación de diferentes preservantes químicos hasta la utilización de tecnologías emergentes, como irradiación o envases inteligentes, entre otros. Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo revisar las tecnologías que se aplican para extender la vida útil de los productos IV-gama, describir el mercado en Chile y el mundo, describir las ventajas y desventajas de estos, e integrar los principales problemas y posibles alternativas de esta industria.

Productos IV-gama Definición de la tecnología IV-gama

La Asociación Internacional de Productos IV-Gama (IFPA de sus siglas en inglés, *International Fresh-cut Produce Association*) define a este tipo de productos como frutas y vegetales frescos, o una combinación de ellos, pelados o cortados y envasados para ofrecer a los consumidores productos nutritivos y frescos, con buen sabor y convenientes (Oliveira *et al.*, 2015). Los productos de IV-gama corresponden a frutas y vegetales mínimamente procesados, es decir, crudos que

no han sido congelados o procesados térmicamente y listos para ser consumidos o cocinados. Además estos productos, tienen como objetivo extender la vida útil entre 5 y 7 días a 4° C, respecto a los productos frescos sin procesar, asegurando su seguridad alimentaria y manteniendo su calidad nutricional y sensorial (Ramos *et al.*, 2013). En la Figura N° 2 se observan ejemplos de productos IV-gama que se comercializan en Chile y en el mundo.

Etapas del proceso de elaboración de productos IV-gama

La preparación de los productos IV-gama involucra un procesamiento con un tratamiento mínimo (Tapia *et al.*, 2015). El diagrama de flujo de la producción de elaboración de productos IV-gama se muestra en la Figura N° 2, en donde cada etapa del proceso debe llevarse a cabo rigurosamente, con el fin de obtener productos con una adecuada calidad e inocuidad, puesto que, dichas operaciones unitarias no implican la eliminación de todos los microorganismos y por tanto se requiere de una inmediata refrigeración como medio principal de conservación

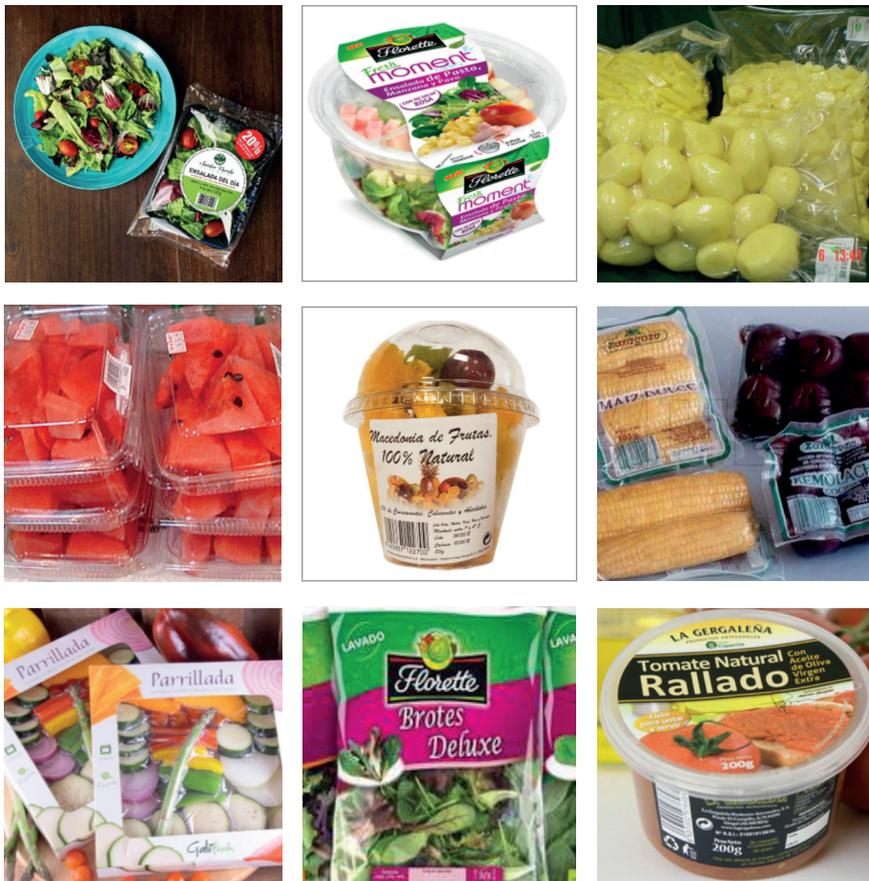


Figura N°1. Ejemplos de productos IV-gama que se comercializan en Chile y el mundo, a) *mix* de vegetales *babies*, b) ensalada surtida, c) papas en diferentes formatos (enteras, trozadas en cubitos y en bastones), d) sandía en trozos, e) macedonia de frutas, f) pimientos rojo, verde y amarillo trozados g) surtido de vegetales en rodajas listos para asar, h) brotes para ensaladas e i) tomate rallado.

Tabla N°1. Ventajas y desventajas de los productos IV-gama

Reducción del espacio durante el transporte y almacenamiento	Son propensos a ataques de microorganismos psicrótrofos
Calidad uniforme y constante de los productos durante el año	
Menor tiempo de preparación de las comidas	
Posibilidad de que el producto sea inspeccionado durante la recepción y antes de su uso	Están expuestos a riesgos microbiológicos y bioquímicos (reacciones enzimáticas)
Disminución de pérdidas causadas principalmente por la cadena de comercialización de frutas y vegetales frescos	
Facilita un estilo de vida más saludable	
El producto se encuentra en frío y puede ser consumido directamente	Propensos a deterioro si no se cumplen las condiciones higiénicas durante su manipulación
Conservan todas sus propiedades organolépticas	
Facilita la ampliación de surtido de frutas en los menús	

(Tournas, 2005; Froder *et al.*, 2007). El almacenamiento debe ser entre 2° C y 5° C lo cual debe mantenerse durante toda la cadena de producción, distribución y comercialización, puesto que, a estas temperaturas se disminuye la tasa respiratoria, el crecimiento microbiano, la actividad enzimática y la pudrición de las

frutas y vegetales, alcanzándose una vida útil de hasta diez días, dependiendo del tipo de producto.

Ventajas y desventajas de los productos IV-gama

Los productos IV-gama al ser productos frescos envasados, mantienen

sus propiedades nutritivas. Son alimentos seguros y listos para ser consumidos pues no requieren de un lavado previo, lo que los hace preferidos por quienes llevan una vida acelerada y que no disponen de mucho tiempo para dedicar a la cocina. Otros beneficios se detallan en la Tabla N° 1. Si bien los productos IV-gama son capaces de solucionar problemáticas como los cambios en la alimentación de los consumidores debido a los ritmos de vida, estos productos también tienen desventajas, donde destacan los riesgos microbiológicos a los cuales están expuestos ya que no cuentan con un sistema de esterilización/pasteurización que elimine la carga microbiana inicial pudiendo incluso aumentar durante su procesamiento.

En el año 1998, la FDA (de sus siglas en inglés, *Food and Drug Administration*) desarrollo una guía para minimizar los riesgos de contaminación microbiana para productos IV-gama, el cual se basó en los siguientes principios: 1) la prevención de la contaminación de los productos IV-gama debido a microorganismos es mejor que las acciones correctivas, 2) es necesario el uso de buenas prácticas agrícolas y de gestión, 3) los productos frescos pueden contaminarse en cualquier punto a lo largo de la cadena alimentaria, 4) la posible contaminación por el agua que se utiliza en los productos IV-gama debe minimizarse, 5) debe existir una adecuada gestión de los abonos (desechos animales) cuando se utilizan como fertilizante, y 6) la higiene de los trabajadores y las prácticas de saneamiento juegan un papel crítico en la seguridad de los productos IV-gama (Olmait & Holley, 2012).

Sin embargo, las buenas prácticas agrícolas (BPA), las buenas prácticas de manufactura (BPM) y el sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (de sus siglas en

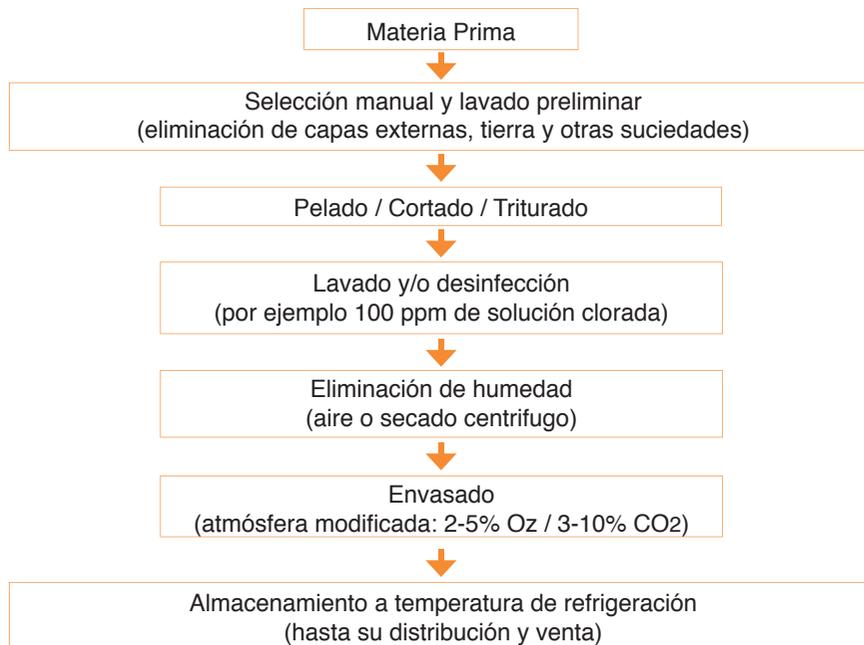


Figura N°2. Diagrama de flujo de la elaboración de productos IV-gama (Modificado de Oliveira et al., 2015).

inglés, HACCP), también deben ser llevados a cabo durante el procesamiento para minimizar el riesgo de contaminación y crecimiento microbiano (Ragaert *et al.*, 2007).

Tecnologías aplicadas en la producción de alimentos IV-gama

La vida útil de los productos IV-gama depende de diversos factores, entre ellos: la calidad de las materias primas, la tecnología empleada en su producción, la incidencia e interacciones con fuentes de contaminación por microorganismos, entre otros (Ramos *et al.*, 2013). Por otro lado, a pesar de que los productos IV-gama pueden tener una vida útil de hasta 21 días, otros deterioros no microbiológicos pueden ocurrir, como producción de etileno, respiración, formación de compuestos volátiles y no volátiles, pardeamiento enzimático y no enzimático, y la pérdida de nutrientes (Ragaert *et al.*, 2007); los cuales son provocados por las lesiones que se originan durante el procesamiento de este tipo de productos.

Para solucionar esta problemática, en la actualidad existe una gran variedad de métodos para reducir la carga microbiana y aumentar la vida útil de los productos IV-gama. Estos se pueden clasificar en métodos químicos y físicos, los cuales se mencionan a continuación:

- Métodos químicos: cloro (hipoclorito), dióxido de cloro, clorito de sodio acidificado, bromo, yodo, fosfato trisódico, compuestos de amonio cuaternario, ácidos orgánicos (ácido láctico, cítrico, acético, tartárico y ascórbico), peróxido de hidrógeno, ácido peroxiacético, soluciones de calcio, ozono y agua electrolizada.

Los métodos químicos tienen ventajas como: bajo costo, pueden existir sinergismos entre los compuestos utilizados, gran capacidad de penetración y por lo general, alta actividad antimicrobiana. Sin embargo también presentan desventajas, como quemuchos son compuestos corrosivos, su actividad depende del pH, requieren monitoreo por los volátiles tóxicos que se pueden emanar durante su uso, entre otros.

-Métodos físicos: envases con atmósfera modificada, envases activos e inteligentes, envases con nano-compuestos, películas y recubrimientos comestibles, irradiación, luz ultravioleta, luz pulsada, procesamiento con altas presiones, ultrasonido y plasma frío.

En el caso de los métodos físicos, sus mayores ventajas son que logran aumentar la vida útil de los alimentos hasta un 400%, mantienen la calidad sensorial de los productos, son métodos estables química y térmicamente, ausencia de residuos tóxicos; mientras que, entre sus desventajas está que es necesario el control de la temperatura de almacenamiento de los productos, aceptación por parte de los consumidores debido a la percepción que se tiene de procesos como la irradiación, difícil escalamiento, pueden existir cambios fisicoquímicos en los alimentos, entre otros.

Por otro lado, estos métodos de descontaminación deben abarcar cinco aspectos (Gómez-López *et al.*, 2009):

- 1) Reducir el riesgo de infecciones transmitidas por los alimentos e intoxicaciones,
- 2) Disminuir el deterioro microbiano,
- 3) Preservar los atributos de frescura,
- 4) Preservar la calidad nutricional,
- 5) Ausencia de niveles inaceptables de residuos tóxicos o de niveles inaceptables de formación de productos tóxicos.

Con el fin de cumplir con los aspectos anteriormente nombrados, es que la industria alimentaria ha desarrollado películas y recubrimientos comestibles para aumentar la vida útil de alimentos IV-gama, ya que presentan la ventaja de ser biodegradables y amigables con el medio ambiente (Tharanathan, 2003), además de considerarse "naturales" y seguros (Cha & Chinnan, 2004).

Películas y recubrimientos comestibles

Se define como película comestible aun preformado o una capa delgada elaborada de un material comestible, que una vez formada puede ser colocada sobre o entre los diferentes componentes de los alimentos (Falguera *et al.*, 2011); mientras que, los recubrimientos comestibles, a diferencia de las películas, se forman sobre el alimento en el cual se ha aplicado. Las películas y recubrimientos comestibles tienen como función no solo proteger al alimento del medio ambiente, sino que también, son capaces de controlar la transferencia de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, sabores y aromas, reducir el crecimiento de hongos y bacterias (Falguera *et al.*, 2011), mejorar la apariencia y proveer integridad estructural (Du *et al.*, 2011; Baldwin *et al.*, 2012); también, pueden adquirir diversas propiedades funcionales dependiendo de las características de los materiales que las conforman (Vásconez *et al.*, 2009). Estas últimas características se ven influenciadas por distintos factores, como el tipo de material utilizado (conformación, masa molecular, distribución de cargas), condiciones bajo las cuales se elaboran estas películas comestibles (tipo de solvente, pH, concentración, temperatura, etc.), y el tipo y la concentración de los aditivos utilizados en su preparación (agentes plastificantes, entrecruzamiento, emulsionantes, antimicrobianos y antioxidantes, etc.) (Rojas-Graü *et al.*, 2009; Quintero *et al.*, 2010; Falguera *et al.*, 2011).

En la actualidad, el uso de polímeros de origen natural para la elaboración de películas y recubrimientos comestibles está siendo ampliamente estudiado y se han aplicado a diferentes alimentos, como derivados de carnes, cereales, frutos secos, frutas y vegetales (Du *et al.*, 2011). El uso de películas y recubrimientos comestibles en alimentos para su

protección y conservación tiene muchas ventajas, respecto al uso de materiales sintéticos, principalmente por ser biodegradables y amigables con el medio ambiente, además de considerarse “naturales” y seguros (Cha & Chinnan, 2004).

Las películas comestibles, según informa Quintero *et al.* (2010) se han clasificado según el material estructural del que están elaboradas, de modo que hay películas comestibles basadas en hidrocoloides (proteínas y polisacáridos), lípidos y la mezcla de hidrocoloides y lípidos, llamadas películas compuestas (composites). En el mercado existen películas y recubrimientos comerciales, entre los que se encuentran, por ejemplo:

- Semperfresh®, corresponde a un tratamiento post-recolección a base de sucroésteres que se utiliza para retrasar la maduración de cerezas y mantener su calidad durante el almacenamiento.
- TAL-Prolong®, corresponde a un recubrimiento a base de carboximetilcelulosa y ésteres de ácidos grasos, que ha sido eficaz retardando la maduración de plátano.
- Biofresh®, es un éster de ácido graso de sacarosa, el cual provoca una reducción en la pérdida del peso y en la producción de etileno en manzanas.
- Natureseal®: recubrimiento a base de celulosa, vitaminas y minerales, empleado para extender la vida útil y mantener el color, textura y sabor típico de la fruta recién cortada minimizando las reacciones de pardeamiento.

Por otro lado, los agentes antimicrobianos son componentes que pueden ser incorporados en los envases activos y/o películas y recubrimientos comestibles, en donde su acción antimicrobiana es causada por la emisión de sustancias volátiles al espacio de cabeza del envase o por su migración desde el material del envase al alimento.

Actualmente, las sustancias volátiles antimicrobianas comúnmente utilizadas en el envasado activo de productos IV-gama son SO₂, ClO₂, etanol, etc., las cuales se pueden incorporar al envase, permitiendo controlar el crecimiento de hongos y bacterias. El SO₂ es incorporado al material de envasado como metabisulfito, el cual tiene una gran efectividad frente al crecimiento de mohos en frutas, cabe destacar que el metabisulfito es un compuesto que debe manipularse con ciertas precauciones, porque puede provocar irritación, sin embargo, no causa peligros mayores para los consumidores. Otros compuestos volátiles que han recibido atención por sus propiedades antimicrobianas, son hexanal, 1-hexenol, benzoato de metilo, 2-nonanona. Este último, es un volátil propio del aroma de la frutilla que presenta propiedades fungistáticas, lo cual aumenta la vida útil de frutillas y manzanas (Catalá *et al.*, 2007).

También existen agentes antimicrobianos que no son volátiles, como ácidos orgánicos débiles (acético, benzoico, sórbico, cítrico, propiónico, etc.), enzimas (lisozima, glucosa oxidasa), bacteriocinas (nisina, pediocina), fungicidas sintéticos (imazalil), metales (plata, cobre y zirconio), y extractos naturales de plantas (timol, carvacrol, eugenol, citral, etc.).

En la elaboración de productos IV-gama, los agentes antimicrobianos más utilizados son:

- a) Ácido cítrico: Inhibe el crecimiento bacteriano por quelación de iones esenciales para su desarrollo. Además, puede utilizarse para prevenir el pardeamiento enzimático ya que actúa como agente quelante de cobre (co-factor de las polifenoloxidasas). Las concentraciones utilizadas van entre 0,1 y 0,3% y para una acción antioxidante a niveles de 100 a 200 ppm (Wiley, 1997).



b) **Ácido benzoico:** Se utiliza como agente antimicrobiano en frutas, jugos y otras bebidas a base de frutas. Su sal sódica es particularmente útil en productos con pH por debajo de 4,6; los benzoatos son más activos en alimentos con pH bastante ácido y no tan eficaces en hortalizas poco ácidas (a pH 6, normal de muchas hortalizas, sólo un 1,5% del benzoato está disociado). Los benzoatos son más eficaces frente a mohos y levaduras, en el rango de pH entre 5-6 inhiben levaduras a concentraciones de 100-500 ppm, mientras que, para mohos son efectivos en concentraciones de 30-300 ppm (Wiley, 1997).

c) **Ácido propiónico:** Su acción antimicrobiana (tanto del ácido como de sus sales sódicas y cálcicas) es similar a la del benzoato en su forma disociada. Debido a que tiene baja tendencia a la disociación, es útil en alimentos poco ácidos. Algunos estudios señalan que a concentraciones de 0,2-0,4% se ha verificado un retraso en el crecimiento de mohos en higos y cerezas (Wiley, 1997).

Por otro lado, el uso de antimicrobianos de origen natural para la elaboración de películas comestibles está siendo ampliamente estudiado y se ha aplicado a diferentes alimentos, como carnes, frutas y vegetales.

En la Tabla N°2 se describen diversos agentes antimicrobianos utiliza-

dos para aumentar la vida útil de productos IV-gama, destacando la utilización de compuestos naturales.

Perspectivas de los productos IV-gama: situación en el mundo

Los productos IV-gama nacieron en los años 80 en Estados Unidos y se expandieron al final de la década a Europa, siendo en Inglaterra y Francia donde se concentra el mayor consumo. Por otro lado, la tendencia de producción de los alimentos IV-gama en el mercado mundial está en proceso de cambio, según datos de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), el mercado de hortalizas IV-gama ha estado creciendo en forma sostenida en los últimos veinte años y su aumento en la última década ha sido evidentemente mayor en los países en vías de desarrollo.

En Europa el mercado de los productos mínimamente procesados ha crecido a un ritmo anual del 10% durante los últimos 20 años. En España los productos IV-gama suponen actualmente el 10% de la producción total de hortalizas y menos del 1% en el caso de las frutas. Sin embargo, ese mercado mueve unos 300 millones de euros al año. Esto es mucho mayor en países como Inglaterra, Francia, Alemania, Italia o los Países Bajos, que se sitúan a la cabeza en el

consumo de vegetales listos para consumir. Reino Unido es el principal consumidor de productos IV-gama en Europa y posee una mayor tasa de crecimiento debido a que la cultura del producto refrigerado listo para ser consumido está muy arraigada en el país existiendo una amplia variedad de productos. Francia es el país de Europa con la mayor producción de este tipo de productos y es el segundo país consumidor de alimentos IV-gama, donde el consumo per cápita es 3 veces superior (6 kg por persona/año) al mercado español, debido fundamentalmente a hábitos alimenticios de sus habitantes. En Italia los productos IV-gama representan un 15% de la venta total de productos hortofrutícolas.

Estados Unidos es el país con mayor consumo de productos IV-gama en el mundo y presenta tasas de crecimiento dinámicas en los últimos años, siendo el consumo per cápita de 30 kg/persona/año. Las exigencias del consumidor estadounidense y sus hábitos de consumo han motivado a que la Industria Alimentaria haya realizado desarrollos importantes en el mercado de frutas y hortalizas (Ragaert *et al.*, 2007; Ramos *et al.*, 2013; Gorni *et al.*, 2015).

En Japón el tipo de productos IV-gama que se comercializan, corresponden a derivados de la dieta y la cocina japonesa, la cual se hace notar en los aliños. Sin embargo, existe una tendencia a seguir las influencias mediterráneas y de Estados Unidos, y en este sentido, las ensaladas mediterráneas de productos ecológicos y/o orgánicos están teniendo una considerable aceptación. Actualmente, se comercializan ensaladas mediterráneas adaptadas a estos consumidores, que incluyen lechuga, tomates cherry, maíz, pepino en rodajas, pero no se ofrece acompañada con aceite de oliva sino que con aliños

Tabla N°2 Agentes antimicrobianos utilizados en envases de productos IV-gama para aumentar su vida útil.

Matriz	Antimicrobiano	Producto	Referencia
Quitosano-pectina	trans-cinamaldehído	Papaya (Carica papaya L. cv "Maradol")	Brasil <i>et al.</i> , 2012
Alginato de sodio	Ácido cítrico-ácido ascórbico	Mango (Mangifera indica L. cv "Kent")	Robles-Sánchez <i>et al.</i> , 2013
Polipropileno-etileno-alcohol de vinilo	Aceite de orégano-citral	Ensalada mixta (Lechuga, repollo morado y zanahoria)	Muriel-Galet <i>et al.</i> , 2013
Quitosano de peso molecular medio	Aceite esenciales de árbol de te/romero/clavo de olor/limón/orégano/caléndula/aloe vera-extractos de propóleo-extracto seco de granada-Resveratrol	Broccoli (Brassica oleracea L. var. Itálica)	Álvarez <i>et al.</i> , 2013
Pululano	Nisina Z- arginato laurico	Pechuga de pavo cruda-Carne de vacuno cruda	Pattanayaiying <i>et al.</i> , 2015
Quitosano	Nisina-natamicina-extracto de granada y semilla de uva	Frutillas (Fragaria ananassa cv. Camarosa)	Duran <i>et al.</i> , 2016



agridulces, en los que la soja es el denominador común.

En Latinoamérica, el consumo de frutas y hortalizas IV-gama es bajo, sin embargo, en el último tiempo se ha observado un aumento en la demanda debido a una mayor preocupación por la alimentación sana, lo que se refleja en un aumento en el consumo de frutas y hortalizas mínimamente procesadas.

Perspectivas de los productos IV-gama: situación en Chile

Según los datos de ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, dependiente del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile), la superficie cultivada en Chile de frutas y hortalizas en el año 2014 alcanzó a un total de 366.697 ha. En este escenario, las hortalizas más destacadas por la superficie plantada fueron choclos con 9.727 ha, lechugas con 6.673 ha; tomates para consumo fresco con 5.038 ha; cebollas de guarda con 4.454 ha y zapallos tempranos y de guarda con 3.988 ha; mientras que las frutas fueron uva de mesa con 52.234 ha, paltos con 31.727 ha, manzano rojo con 29.698 ha, nogal con 24.404 ha y olivos con 19.737 ha. En relación a la producción de frutas y hortalizas por regiones en el año 2014, desta-

caron la Región de O'Higgins con 87.850 ha, la Región del Maule con 71.853 ha, la Región Metropolitana con 71.015 ha y la Región de Valparaíso con 55.041 ha. Según los últimos datos de las exportaciones de frutas y hortalizas frescas, publicados por el SAG (Servicio Ganadero y Agrícola, dependiente del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile) de enero a diciembre de 2014, se exportaron 2.344.386 toneladas de frutas y hortalizas frescas.

En base a estas estadísticas se podría suponer que la producción de alimentos IV-gama se encuentra desarrollada con una variedad de productos en el mercado. Sin embargo, no hay informes estadísticos sobre productos IV-gama en Chile y su comercialización se ve limitada principalmente a los grandes supermercados, casinos y restaurantes. En este ámbito, el desafío para Chile es lograr que los productores de frutas y hortalizas trabajen de manera conjunta, lo cual fortalecerá sus capacidades de gestión, negociación y comercialización de sus productos. Además, esto permitirá la producción de hortalizas inocuas, de alta calidad y atractivas para la industria. Por otro lado, se podría mejorar los procesos productivos, con lo que se alcanzaría un mejor rendimiento y una inocuidad óptima para este proceso.

Conclusiones

Los productos IV-gama se encuentran en pleno auge, ya que han sido declarados como los alimentos del futuro puesto que mantienen la frescura de las frutas y hortalizas, mejorando la comodidad para los consumidores. En la actualidad, diversos países están realizando campañas saludables para fomentar el consumo de frutas y verduras, con la finalidad de que las personas se alimenten sanamente y así poder evitar enfermedades. Por ello, los productos de IV-gama están llamados a jugar un rol fundamental en la prevención de enfermedades ya que cubren esta necesidad aportando beneficios en la salud.

Las nuevas tendencias de consumo de alimentos, así como, las innovaciones que se han desarrollado en envases y las variedades de productos que están hoy disponibles, han sido las principales motivaciones para consumir alimentos IV-gama. En nuestro país, la industria de los productos IV-gama es reciente, pero tiene un fuerte potencial, dado que nuestro país tiene un sector productivo hortícola y frutícola desarrollado, capacidades tecnológicas, así como, promisorios mercados que permiten tener buenas expectativas para el fortalecimiento de esta agroindustria.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la VRIDEI de la Universidad de Santiago de Chile a través de proyectos DICYT (081371MSSA_DAS y MECESUP-USA1555LD).

Referencias

Álvarez M, Ponce A, Moreira M. 2013. Antimicrobial efficiency of chitosan coating enriched with bioactive compounds to improve the safety of fresh cut broccoli. *LWT-Food Sc Technol* 50: 78 - 87.

Baldwin E, Hagenmaier R, Bai J. (Eds.). 2012. *Edible coatings and films to improve food quality*. CRC Press, USA.

Brasil I, Gomes C, Puerta-Gómez A, Castell-Perez M, Moreira R. 2012. Polysaccharide-based multilayered antimicrobial edible coating enhances quality of fresh-cut papaya. *LWT-Food Sc Technol* 47: 39 - 45.

Catalá R, Almenar E, Gavara F. 2007. Innovaciones y tendencias en el envasado de frutas y hortalizas. V Congreso Iberoamericano de Tecnologías Postcosecha y Agroexportaciones, Murcia, España.



- Cha D, Chinnan M. 2004. Biopolymer-based antimicrobial packaging: A review. *Crit Rev Food Sc Nut* 44: 223 - 237.
- Du W, Avena-Bustillos R, Hua S, McHugh T. 2011. Antimicrobial volatile essential oils in edible films for food safety. En A Mendez-Vilas (Ed.), *Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances*. Formatex, Badajoz, España.
- Duran M, Seckin-Aday M, Demirel-Zorba N, Temizkan R, Burak-Büyükcın M, Caner C. 2016. Potential of antimicrobial active packaging containing natamycin, nisin, pomegranate and grape seed extract in chitosan coating to extend shelf life of fresh strawberry. *Food Bioproducts Process* 98: 354 - 363.
- Falguera V, Quintero J, Jiménez A, Muñoz J, Ibarz A. 2011. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. *Trends Food Sci Technol* 22: 292 - 303.
- Froder H, Martins C, de Souza K, Landgraf M, Franco B, Destro M. 2007. Minimally processed vegetable salads: Microbial quality evaluation. *J Food Protection* 70: 1277 - 1280.
- Gómez-López V, Rajkovic A, Ragaert P, Smigic N, Devlieghere F. 2009. Chlorine dioxide for minimally processed produce preservation: a review. *Trends Food Sci Technol* 20: 17 - 26.
- Gorni C, Allemand D, Rossi D, Mariani P. 2015. Microbiome profiling in fresh-cut products. *Trends Food Sci Technol* 46: 295 - 301.
- Muriel-Galet V, Cerisuleo J, López-Carballo G, Aucejo S, Gavara R., Hernández-Muñoz, P. 2013. Evaluation of EVOH-coated PP films with oregano essential oil and citral to improve the shelf-life of packaged salad. *Food Control* 30: 137 - 143.
- Olaimat A, Holley R. 2012. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: A review. *Food Microbiol* 32: 1 - 19.
- Oliveira M, Abadias M, Usall J, Torres R, Teixidó N, Viñas, I. 2015. Application of modified atmosphere packaging as a safety approach to fresh-cut fruits and vegetables - A review. *Trends Food Sci Technol* 46: 13 - 26.
- Pattanayaiying R, Aran H, Cutter C. 2015. Incorporation of nisin Z and lauric arginate into pullulan films to inhibit foodborne pathogens associated with fresh and ready-to-eat muscle foods. *Int J Food Microbiol* 207: 77 - 82.
- Quintero C, Falguera V, Muñoz A. 2010. Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga* 1: 93 - 118.
- Ragaert P, Devlieghere F, Debevere J. 2007. Role of microbiological and physiological spoilage mechanism during storage of minimally processed vegetables. *Postharvest Biol Technol* 44: 185 - 194.
- Ramos B, Miller F, Brandão T, Teixeira P, Silva C. 2013. Fresh-fruits and vegetables – An overview on applied methodologies to improve its quality and safety. *Innov Food Sci Emerg Technol* 20: 1 - 15.
- Robles-Sánchez R, Rojas-Graü M, Odriozola-Serrano I, González-Aguilar G, Martín-Belloso O. 2013. Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. *LWT-Food Sci Technol* 50: 240 - 246.
- Rojas-Graü M, Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso O. 2009. Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review. *Trends Food Sci Technol* 20: 438 - 447.
- Tapia C, Moscoso N, Vasco C, Valencia-Chamorro S. 2015. Cambios metabólicos y fisiológicos en los productos de IV y V-gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 16: 1 - 7.
- Tharanathan R. 2003. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends Food Sci Technol* 14 (3): 71 - 78.
- Tournas V. 2005. Moulds and yeasts in fresh and minimally processed vegetables, and sprouts. *Int J Food Microbiol* 99: 71 - 77.
- Vásconez M, Flores S, Campos C, Alvarado J, Gerschenson L. 2009. Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coating. *Food Res Int* 42: 762 - 769.
- Wiley R. 1997. *Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas*. Editorial Acibria. Zaragoza, España.