

# Tecnologías emergentes para el procesamiento de alimentos

María S. Tapia <sup>(1)</sup>, Valentín Roa <sup>(2)</sup>

**RESUMEN.** Los patrones de consumo de la sociedad moderna han cambiado y los consumidores piden constantemente alimentos con características de frescura y extensión de vida útil. El énfasis del mercado se dirige ahora a ofrecer calidad y conveniencia antes que a la clásica oferta de un suministro adecuado de calorías y nutrientes. La industria de alimentos ha respondido a estas demandas con los llamados productos "tipo frescos" con proceso mínimo (PM). Los procesos que implican un calentamiento intenso de los alimentos inactivan microorganismos pero alteran sus atributos nutricionales y sensoriales. La mayoría de las otras técnicas de preservación no son compatibles con el carácter de frescura si se aplican con intensidad (reducción de  $a_w$  por deshidratación o por alto contenido de sal o azúcar; bajo pH; refrigeración; congelación; etc.). Se están desarrollando alternativas a los tratamientos convencionales térmicos o no-térmicos para cumplir con estas demandas de cambios mínimos de calidad y valor e inocuidad agregados. En este artículo se discuten tecnologías emergentes para la obtención de alimentos con PM (muchas con la aplicación del concepto de combinación de factores), sobre la base de su popularidad, y factibilidad técnica y económica: altas presiones hidrostáticas, radiación ionizante, pulsos eléctricos de alta intensidad de campo, pulsos de luz intensa, campos magnéticos oscilantes, ultrasonido, etc. Un nuevo enfoque aplicado exitosamente en Venezuela y otros países de América Latina para frutas de alta humedad por PM es también discutido. *Am Venez Nutr 1998; 11(1):21-27.*

**Palabras clave:** Tecnología emergentes, industria de alimentos, procesamiento de alimentos.

## Introducción

Los patrones de consumo de la sociedad moderna han cambiado en respuesta a las demandas del mercado, el poder adquisitivo de los consumidores, sus gustos, necesidades y estilos de vida, su percepción y preocupación sobre riesgos y peligros de diversa naturaleza en sus alimentos, la información y publicidad de los medios de comunicación, la disponibilidad de ciertos alimentos, etc. El énfasis del mercado se dirige ahora a ofrecer calidad y conveniencia, antes que a la clásica oferta de "un suministro adecuado de calorías y nutrientes".

## Tendencias actuales y procesamiento mínimo

La demanda de productos convenientes con características de frescura que les asemejen lo más posible a productos frescos, acoplada al logro de extensión de vida útil y de valor agregado inherentes a cualquier tipo de proceso de conversión de materias primas, ha cambiado el escenario tradicional del procesamiento de alimentos (1,2). Por ejemplo, la popularidad de las frutas y hortalizas frescas ha aumentado a expensas de sus equivalentes procesados como las frutas enlatadas en almíbar o las frutas deshidratadas, tendencia que se ha extendido a otros tipos de alimentos. Se abren lucrativos mercados a aquellos fabricantes que están en capacidad de presentar al consumidor alimentos frescos, o que parezcan frescos, de

procesamientos menos severos, calentados menos intensamente, con daño mínimo de congelación, de vida útil extendida, con menos aditivos artificiales, sal, grasas saturadas o azúcar, con menos calorías, etc. (1,2).

Los alimentos con procesamiento mínimo son generalmente no estériles, usualmente no requieren preparación por parte del consumidor, son química y enzimáticamente activos, han sido cortados, mezclados o en algunos casos sometidos a un mínimo procesamiento térmico, permanecen frescos en apariencia, pero requieren de condiciones especiales de empaque y refrigeración rigurosa. Muchos de estos productos constituyen un medio propicio para el crecimiento microbiano por lo que tienen vidas útiles breves -unos pocos días- lo cual

1. Master of Science. Food Science. Profesor Agregado Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
2. Magister en Ciencia de los Alimentos. Profesor Agregado. Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

Solicitar copia a: María S. Tapia. Universidad Central de Venezuela, Apdo. 47097, Caracas 1041, Venezuela.

limita el área geográfica de comercialización. Por ello hay una intensa búsqueda de tecnologías que permitan duplicar o triplicar estos lapsos para distribución y almacenamiento extendidos y, lo que es muy importante, asegurar su calidad microbiológica (3).

Una definición de PM muy general y bastante flexible es: "el mínimo tratamiento posible para alcanzar un propósito de conservación". Se le llama también procesamiento invisible (5). El término cubre un amplio espectro de tecnologías y métodos para la preservación de alimentos que utilizan procedimientos que cambian lo menos posible los atributos de calidad responsables de la frescura de los productos, pero que, al mismo tiempo, les confieren una vida útil suficiente para cubrir el lapso de tiempo que transcurra desde la planta de procesamiento hasta el consumidor (3).

Hoy en día existen muchos productos comerciales como frutas frescas peladas, cortadas y empacadas, ensaladas de vegetales rallados o rebanados, carnes frías, comidas preparadas, pastas pre-cocidas, etc., en los que para conservar su «frescura» los métodos tradicionales de preservación (altas temperaturas, baja  $a_w$ , alto contenido de sal o de azúcar, bajo pH, etc.) no pueden ser aplicados de manera intensa, debiendo explorarse la combinación inteligente de los mismos, su optimización o la consideración de nuevas tecnologías.

El enfoque de PM ha creado dificultades de consideración en la industria alimentaria en cuanto a asegurar la inocuidad de los productos en razón de las preocupantes posibilidades de pérdida de inocuidad microbiológica. Por ejemplo, el uso de menos sal, azúcar, preservantes químicos, calor, etc. puede implicar un mayor riesgo de deterioro y el potencial desarrollo de microorganismos patógenos en los productos. El procesamiento mínimo debe ofrecer un balance seguro y de compromiso entre estos aspectos y para ello muchas opciones de conservación pueden ser consideradas hoy en día, no sólo el calor (5). Aunque algunas de estas tecnologías involucran el uso de procedimientos cuyos principios no pueden considerarse totalmente novedosos, si lo sería su aplicación en alimentos en el contexto de las tendencias actuales del PM, por lo que se les ha llamado "tecnologías emergentes".

### **Tecnologías emergentes**

En el Cuadro 1 se presentan muchas de las tecnologías emergentes actuales aplicadas en el contexto del procesamiento mínimo de alimentos, sobre las cuales puede encontrarse amplia y actualizada información en la literatura especializada (4-9).

En la aplicación de estas tecnologías emergentes debe prevalecer un enfoque integral, en el cual se consideran todos los aspectos de la cadena de producción, desde las materias primas, la manipulación, el procesamiento y empaque hasta la distribución, donde cada etapa debe ser considerada en conjunción con las otras, para que, aplicando un mínimo proceso, sea posible obtener una extensión de vida útil, asegurando la inocuidad y calidad de los productos desarrollados (3, 5-7).

En este trabajo se discutirán brevemente sólo algunas de estas tecnologías, aquellas más en boga y de mayor atención en la literatura mundial, sobre la base de su importancia científica y su viabilidad y potencial comercial (5-8,10).

### **Altas presiones hidrostáticas**

Sin duda una de las más en boga. La aplicación de una alta presión hidrostática consiste en someter a un alimento a presiones en el intervalo de 4.000 a 9.000 atm en procesos por carga o semi-continuos. En este intervalo de presiones se inactivan microorganismos y ciertas enzimas, y proteínas y almidones sufren desnaturalización. Por otro lado, nutrientes como las vitaminas, lo mismo que los "flavours" naturales, colores y aromas permanecen prácticamente intactos. La presión actúa uniformemente en el alimento, por lo que el tratamiento, a diferencia del proceso térmico, no es tiempo/masa dependiente, reduciendo así el tiempo requerido para procesar grandes volúmenes de alimento. En el procesamiento por altas presiones hidrostáticas en la industria de alimentos se emplean sistemas de compresión isostática, que pueden ser operados en frío o en caliente, siendo el primero el que luce más prometedor para alimentos (6). La compresión mecánica resultante de las presiones extremas deforma o altera de manera notoria las frutas y vegetales enteros por lo que su aplicación se dirige a la manufactura de jugos, néctares, purés, mermeladas y jaleas de frutas, ensaladas de frutas, trozos de frutas mezclados con otros constituyentes. Otras aplicaciones incluyen modificaciones de textura y de propiedades sensoriales de los alimentos, ablandamiento pre-rigor de carnes, gelificación del surimi, extensión de vida útil de leche, etc., (7,11).

Desde 1991 se producen comercialmente en Japón las mermeladas y purés de frutas que ha llevado a hacer la analogía con la popular canción de los Beatles, "Strawberry Jam Forever" (12). La clave del éxito del proceso en estos productos se debe a la combinación de las altas presiones con el bajo pH de la fruta, combinación que elimina o causa lesiones en la flora vegetativa, mientras que el bajo pH impide la germinación de las esporas bacterianas. Es esencialmente un proceso "frío" pero que requiere en algunas instancias de calor para eliminar esporas y actividades enzimáticas, acoplado a un pH bajo y distribución en frío. Uno de los retos de esta tecnología es la de construir cámaras o vasos de presión y sellos que puedan soportar las elevadas presiones durante los ciclos de presurización y de despresurización (6). En la actualidad, empresas de países como Japón, Suecia, Estados Unidos de Norteamérica, Inglaterra y Alemania, compiten en el ofrecimiento de sistemas de altas presiones para el procesamiento de alimentos (6,11,13). Guacamole ("Classic Guacamole") es el primer producto comercialmente producido por una compañía estadounidense que usa la tecnología de altas presiones (Avomex, Inc., Keller, Texas). Se procesa a 6800 atm, y se vende refrigerado y empacado al vacío en bolsas plásticas. No lleva tratamiento térmico ni contiene preservantes, y las altas presiones no afectan el color, textura

**Cuadro 1**  
**Tecnologías consideradas emergentes en el contexto del proceso mínimo de alimentos**

| Proceso   | Aplicaciones  | Efecto   |
|---|---|--|
| Almacenamiento en atmósferas controladas  | Frutas y hortalizas frescas almacenadas a granel  | Efecto antimicrobiano por inhibición de flora aeróbica y anaeróbica; alteración de tasa respiratoria   |
| <b>Tratamientos post-cosecha</b><br>Inmersión en agua caliente, en agua clorinada, con preservantes, iones divalentes o agentes reductores. | Frutas y hortalizas frescas   | Desinfestación, antimicrobiano, mejoramiento de textura, antioxidantes   |
| <b>Tecnologías de ambientes limpios (clean room)</b>  | Pescados y carnes frescas   | Reducción de los niveles de microorganismos ambientales  |
| Microfiltración Separación de fases grasa y suero, para aplicar altas temperaturas y filtración respectivamente.                            | Pasteurización de leche   | Inactivación de esporas de Clostridium de la fase grasa y remoción por filtración de células vegetativas y otras esporas del suero.  |
| Cultivos iniciadores (bacterias acidolácticas)  | Productos lácteos, cárnicos y vegetales, fermentados y no fermentados   | Liberación de bacteriocinas efectivas contra flora antagónica y patógena   |
| <b>Métodos no-térmicos</b><br>Altas presiones hidrostáticas   | Amplia, particularmente productos de frutas; extensión de vida útil de leche  | Ruptura mecánica de pared y membranas celulares de microorganismos.  |
| Irradiación gamma   | Amplia, particularmente especias, frutas, granos, aves y carnes rojas.  | Ionización de biomoléculas. Efecto en membranas y/o organelos. Niveles de pasteurización o esterilización.   |
| Pulsos de campos eléctricos de alta intensidad  | Amplia, particularmente líquidos (frutas y hortalizas)  | Destrucción de membranas celulares por efectos mecánicos de distribución desigual de cargas. Sólo efectivo en células vegetativas.   |
| Campos magnéticos oscilantes  | Dependientes del grosor del alimento y su resistividad eléctrica.   | Alteración de membranas, del crecimiento y de la reproducción de microorganismos por cambios en el ADN. Sin efecto en esporas, o enzimas.  |
| Pulsos de luz de alta intensidad  | Medios transparentes: materiales de empaques, agua, jugos. Superficies de productos horneados, carnes, frutas y hortalizas (F&H). | Inactivación microbiana por efectos foto-térmicos y fotoquímicos. Alteración de proteínas y de ácidos nucleicos  |
| Ultrasonido (sonicación)  | Carnes y aves.  | Disrupción de estructuras biológicas. Poco efecto en endosporas y enzimas.   |
| -Métodos combinados (hurdle technology)   | Carnes, frutas y hortalizas   | Sinergia de diferentes efectos antimicrobianos contra los mecanismos homeostáticos celulares.  |
| Nuevos métodos de proceso térmico (Regímenes de calentamiento optimizados)  |   |  |
| Calentamiento óhmico  | Amplia  | Reducción de niveles de microorganismos y menores pérdidas de calidad por alta temperaturas  |
| Calentamiento por microondas  | Alimentos diversos  | Pasteurización   |
| Calentamiento por radio frecuencia  | Productos cárnicos, emulsiones en la elaboración de salchichas, jamón, etc.   | Pasteurización   |
| Tecnología Sous Vide  | Comidas completas preparadas.   | Control e inactivación microbiana por manejo higiénico, envasado a vacío, cocción controlada y almacenamiento a 0 °C.  |
| <b>Nuevas tecnologías de empaque</b><br>Empaque en atmósfera modificada y empaque activo.   | Carnes y pescados frescos, comidas preparadas, productos horneados, pastas, F&H.  | Inhibición de microflora aeróbica y anaeróbica; alteración de tasas respiratorias en F&H. Efecto antimicrobiano e inhibidor de reacciones químicas por uso de atrapantes de oxígeno de la atmósfera interna; control de CO <sub>2</sub> ; control de etileno; liberación controlada de preservantes antimicrobianos; adición de cultivos iniciadores lácticos; uso de etiquetas tiempo/temperatura y de materiales de empaque que detectan químicamente cambios ambientales y ajustan la permeabilidad |
| Películas comestibles   | Alimentos secos, congelados y semi-húmedos  | Protección contra ingreso de oxígeno y pérdidas de humedad y de "flavour"  |

Adaptado de (4) Ohlson, (5) Manvel, (6) Barbosa-Cánovas, (7) Hoover, (8) Tapia et al., (9) Labuza.

o gusto del producto (14).

Una procesadora por altas presiones hidrostáticas es costosa. La instalación de una planta procesadora de jugos de frutas por altas presiones puede estar en el orden de 20 veces el costo de un sistema de intercambio de calor de placas de capacidad equivalente. Los costos de funcionamiento dependen de la capacidad y de la presión de operación. Mientras mayor sea la presión, menor será la capacidad y el proceso se hará más caro (6,11).

### **Irradiación**

La irradiación de alimentos es un procedimiento simple y efectivo para preservar alimentos, cuyo potencial no termina de ser totalmente entendido y aplicado por causa de muchos conceptos errados que aún prevalecen en la mente de numerosas personas, grupos de consumidores, instituciones gubernamentales y hasta de algunos científicos. Consiste en la aplicación de radiaciones  $\beta$  (flujo de electrones) ó  $\gamma$  (emisión de isótopos), cuyas altas energías logran inactivar el metabolismo de microorganismos y parásitos. A pesar de los elevados costos de inversión de capital, la aceptación cada vez mayor del mercado y el creciente número de aprobaciones regulatorias la convertirán en una realidad comercial. Podría considerarse como el "mejor" tratamiento mínimo, ya que no implica el uso de calor, no genera residuos o trazas, y es aplicable en productos ya empacados (5,15,16). A continuación se señalan importantes ejemplos de aplicación del uso de irradiaciones que demuestran que es una tecnología cuya implantación comercial no se va a retardar debido a cuestiones regulatorias: Control de triquina en canales y cortes de carne de cerdo (Food and Drug Administration, FDA, 1985; Food Safety and Inspection Service, 1986); Irradiación de frutas y vegetales frescos (FDA, 1986); Tratamiento cuarentenario de papayas hawaianas (Animal & Plant Health Inspection Service, 1989); Control de patógenos en pollo (FDA, 1990; Venta legal de alimentos irradiados (frutas, hortalizas, especias, pescados, mariscos y pollo) en el Reino Unido desde 1991; Primer irradiador de alimentos comercial en Norte América, localizado en Mulberry (Florida, USA) en 1992; Exitosa comercialización de frutas y vegetales irradiados en Florida e Illinois desde 1992; Irradiación de quesos camembert en Francia, permitida desde 1993; Control de patógenos en carnes rojas y de microorganismos en especias, condimentos y enzimas deshidratadas (FDA, 1997) (15,16); Acuerdo de investigación y desarrollo con la empresa Gray Star para el control de E. coli O157:H7 en carnes, aves y otros productos agrícolas (USDA, 1997) (17).

### **Pulsos de luz de alta intensidad**

Comprende la exposición de alimentos a pulsos de corta duración (1  $\mu$ s a 0.1 s) de intensa luz incoherente, con longitudes de onda desde el ultravioleta hasta casi infrarrojo (IR) con una intensidad 20.000 veces mayor que la de la luz normal del sol a nivel del mar. El efecto antimicrobianos, de carácter fototérmico, es significativamente mayor que el efecto

fotoquímico obtenido mediante el uso de radiación UV convencional. Resulta muy efectivo en el tratamiento superficial de alimentos y en medios transparentes. Se requieren estudios en productos específicos como frutas, hortalizas y sus subproductos. Luce con potencial como un proceso mínimo químicamente libre, para tratar materiales de empaque, especialmente los de "empacado aséptico" y superficies de productos como los horneados en los cuales ha demostrado ser particularmente efectivo (6,7). Esta tecnología está siendo desarrollada por PurePulse Technologies, Inc., San Diego, California, bajo la marca comercial de PureBright. La FDA estudia una petición para el uso de pulsos de luz de alta intensidad en el procesamiento de alimentos y el análisis de costos en USA parece ser favorable para su uso comercial (18).

### **Uso de pulsos eléctricos de alta intensidad de campo**

Esta tecnología es objeto de una intensa investigación pues representa una prometedora alternativa no térmica a los métodos de pasteurización convencional. Involucra la aplicación de descargas cortas de alto voltaje (15000 a 30000 kV/cm) a alimentos que se colocan entre dos electrodos, en condiciones de refrigeración y por menos de un segundo. Con tales intensidades del campo eléctrico se logra cambiar de manera irreversible la permeabilidad de las membranas celulares de los microorganismos. El método parece ser más eficiente en células grandes como levaduras por lo que las aplicaciones futuras más interesantes sería en productos de frutas. Los alimentos tratados retienen la características físicas, químicas y nutricionales de los productos frescos y una vida útil satisfactoria (19).

### **Campos magnéticos oscilantes**

El uso de campos magnéticos oscilantes, con flujos de 5 a 50 Tesla, frecuencias de 5-500 Khz, y tiempos de aplicación del orden de milisegundos, puede inhibir la actividad microbiana al generar cambios en el material genético y en la orientación de biomoléculas y membranas (20). Uno de los atractivos de esta tecnología es que el alimento puede ser empacado antes del tratamiento, reduciéndose así la posibilidad de contaminación cruzada, siempre que se utilicen películas flexibles o papel, ya que empaques metálicos reflectivos no pueden usarse. La fermentación de quesos, cerveza y yogur, puede ser detenida aplicando esta técnica. Tiene muy poco efecto en enzimas y endosporas bacterianas. Se requieren muchos estudios para concluir sobre su verdadero potencial como método de procesamiento de alimentos. Aunque luce muy interesante desde el punto de vista académico, su aplicación comercial es aún muy lejana (5).

### **Ultrasonido**

El uso aislado de sonicación (ondas con frecuencias de 18 KHz a 500 MHz, las cuales producen disrupción de estructuras celulares por cavitación) con objeto de inactivar microorganismos parece no ser efectivo; sin embargo, en

combinación con otros métodos antimicrobianos parece tener potencial como método de preservación. Por ejemplo, la sonicación de aves ha dado resultados interesantes, pero debe ser aplicada en baños de agua clorinada enfriada. La termosonicación tiene un gran potencial como un proceso de pasteurización mínimo para algunos productos. Sin embargo, se necesitan resultados experimentales consistentes que demuestran la efectividad antibacteriana de la sonicación sola o en conjunción con otros factores, antes de hacer cualquier inversión en este campo, sobre todo dada su comprobada ineficacia sobre endosporas bacterianas y enzimas (7).

**Calentamiento óhmico**

Existen 19 plantas comerciales en el mundo y la tecnología está recibiendo reconocimientos. Se le consideró al principio como la sustitución perfecta al enlatado convencional, aprovechando el calentamiento generado al actuar los alimentos como resistencias al paso de la corriente eléctrica. Dados los elevados costos, el mercado que luce más factible para esta tecnología es el de nuevos productos de alta calidad (productos nicho con alto valor agregado), como por ejemplo las fresas enteras procesadas en Japón, donde no es posible obtener, con ningún otro proceso, la alta calidad exigida. El productor mantiene un buen margen y el consumidor obtiene un excelente producto por un alto precio (3,5,7).

**Combinación de factores de preservación**

La preservación de alimentos está basada fundamentalmente en el retraso o prevención del crecimiento de microorganismos deteriorativos o patógenos y opera a través de factores que afectan el crecimiento y la sobrevivencia de los mismos. La mayoría de las técnicas de preservación (calor, refrigeración, reducción de la actividad de agua/aumento de la osmolalidad, disminución del oxígeno, radiación ionizante, etc.), interfieren con los mecanismos activos de homeóstasis que operan en la célula microbiana y en las esporas. En alimentos preservados por una combinación de métodos, la homeóstasis (activa de los organismos vegetativos y la refractaria pasiva de las esporas) son perturbadas por una combinación de factores antimicrobianos suaves, de una manera cooperativa (8). El concepto de preservación antimicrobiana de los alimentos por métodos combinados no pretende que sea considerado solamente como interferencia de la homeóstasis por factores de efectos aditivos o sinérgicos sobre el mismo organismo, sino como una aplicación selectiva de factores de preservación que puede ser efectiva sobre un organismo específico o grupos de organismos, y no sobre otros grupos.

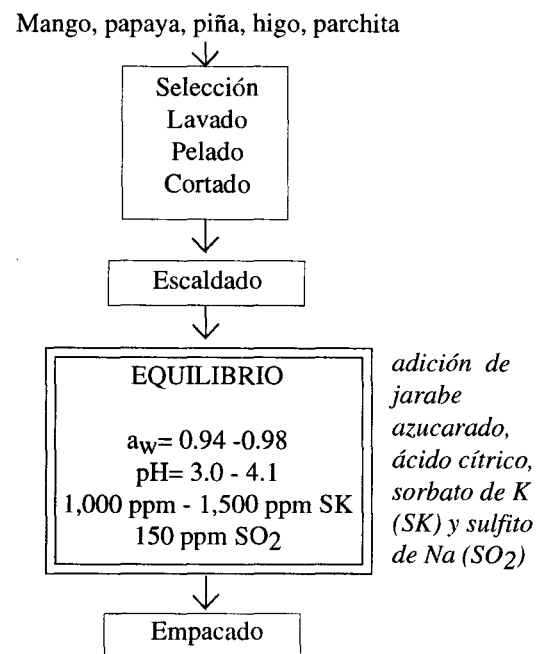
**Tecnología para la obtención de frutas con mínimo proceso aplicando el concepto de combinación de factores de preservación. Un logro latinoamericano**

Las frutas y los vegetales constituyen rubros agrícolas muy susceptibles de ser tratados aplicando el concepto del procesamiento mínimo. Mantener sus características de frescura, condición indispensable para calificar como PM, cons-

tituye todo un reto para los tecnólogos de alimentos (21, 22).

Un importante esfuerzo de investigación se realizó en el marco de Programa CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) puesto en marcha por España para conmemorar el Quinto Centenario del Descubrimiento de América con el apoyo de los Consejos Nacionales de Ciencia y Tecnología y universidades e institutos de investigación de los países signatarios. De la misma manera contribuyó la Organización de Estados Americanos (OEA) a través del Programa de Biotecnología y Alimentos, todos dirigidos al desarrollo de tecnologías innovadoras para la estabilización a granel de frutas en América Latina y España (23, 24). Uno de los objetivos más importantes de este proyecto fue obtener productos finales de frutas que preservasen una buena parte de las características de frescura a través de operaciones de proceso mínimo en las que no estuviera involucrada la refrigeración, a diferencia de las frutas con PM comerciales de Estados Unidos, Europa y Asia. El proceso de preservación resultante es muy sencillo como puede verse en el Gráfico 1, donde se esquematizan los pasos para obtención de frutas de alta humedad en forma de rebanadas y los factores de preservación utilizados.

**Gráfico 1**  
**Esquema de procesamiento mínimo desarrollado en Latinoamérica para la obtención de frutas estabilizadas a altos valores de humedad por métodos combinados (23,24).**



**FRUTAS ESTABILIZADAS A ALTOS VALORES DE HUMEDAD**

### Consideraciones finales

Como se ha visto, las tecnologías emergentes tienen aplicaciones específicas para distintos alimentos, cada una tiene sus méritos y sus limitaciones, y en la mayoría de los casos se requiere del enfoque de métodos combinados para la inactivación de esporas. Las nuevas tecnologías o son verdaderamente revolucionarias, requiriendo un reacondicionamiento ("overhaul") completo de las instalaciones existentes, o implican modificaciones factibles de ser fácilmente implementadas con bajos costos de inversión, lo que resulta fundamental en la consideración de su aplicación económica real. La primera situación es actualmente poco probable en países en desarrollo. El consolidar y adaptar nuevas tecnologías a procesos existentes es sin duda el camino más fácil a seguir. Así, las nuevas tecnologías diseñadas, bien para manejar nuevas materias primas y materiales de empaque y nuevos productos intermedios o finales, deben adaptarse a los procesos actuales y, por encima de todo, responder a las realidades locales, internacionales, regionales, estacionales y regulatorias (10).

La investigación y desarrollo en las nuevas tecnologías deben estar enmarcadas en un enfoque integral en los cuales grupos multidisciplinarios compuestos por nutricionistas, científicos, tecnólogos de alimentos, ingenieros de procesos, microbiólogos, etc., se enfrenten al reto que significa suministrar a los consumidores modernos, productos de alta calidad, innovadores, nutritivos y seguros. Aunque muchas de estas tecnologías lucen muy prometedoras para su implementación futura, la gran mayoría de ellas requiere varios años de investigación básica y desarrollo antes que su viabilidad, para aplicaciones industriales comercialmente rentables, sea demostrada. Cada aspecto relacionado con la transformación de materias primas, modificación de las texturas de los productos, variaciones en la calidad sensorial y nutricional y por encima de todo con la comprobación de la inocuidad para el consumidor, debe ser evaluados a cabalidad antes de llegar a la industrialización (10).

Los métodos de preservación convencionales pueden ser mejorados y optimizados al aplicarse en el contexto de la tecnología de métodos combinados, a fin de obtener productos de calidad superior, que satisfagan los requerimientos de los consumidores modernos. Es nuestra opinión que éste sería el camino para la industria de alimentos en Venezuela, donde la mejora de algunos procesos resultaría tremendamente importante. Para citar un caso específico, creemos que no hace falta en nuestro país un jugo de naranja de altísima calidad, procesado por altas presiones hidrostáticas ya que el consumidor venezolano merece y preferiría un jugo 100% de naranja, de buena calidad, cuidadosamente pasteurizado y no las naranjadas pasteurizadas (60% de sólidos) o los jugos 100% que se ofrecen sólo como concentrados congelados o esterilizados UHT.

Indudablemente, el reto de la industria de alimentos en la actualidad es el de hacer que las tecnologías emergentes del presente, se conviertan en parte importante de los procesos

convencionales del futuro. Los consumidores y la industria de alimentos de Latinoamérica, no están al margen de las demandas de los consumidores de los países industrializados y cada vez están más conscientes de la existencia de los criterios de calidad y más expuestos a la constante información de los medios de comunicación sobre estos tópicos. Por esta razón, los científicos de alimentos en nuestra región tienen la responsabilidad de reorientar muchas líneas de investigación hacia estas tecnologías emergentes para no quedarse a la saga de los desarrollos en este campo a nivel mundial y perder oportunidades de mercado.

### Referencias

- Gould G W. Ecosystem approaches to food preservation. *J Appl Bacteriol Symposium Supplement* 1992;73:58S-68S.
- Gould GW. Comunicación personal. 1997.
- Ohlson T. Minimal processing - preservation methods of the future: an overview. *Trends Food Sci Technol* 1994; 5:341-343.
- Gould GW. Overview. En: Gould GW, ed. *Methods of food preservation*. Great Britain: Academic & Professional, 1995:XV-XIX.
- Manvell C. Minimal processing of food. *Food Sci Technol Today* 1997; 11:107-111.
- Barbosa-Cánovas G. Nuevas tecnologías para el procesamiento de alimentos. Métodos no térmicos. (Curso de especialización). Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires, 1997.
- Hoover D. Minimally processed fruits and vegetables: by nonthermal physical treatments. *Food Technol* 1997; 51:66-71.
- Tapia de Daza MS, Alzamora SM y Welti-Chanes J. Combination of preservation factors applied to minimal processing of foods. *Crit Rev Food Sci Nutr* CRC Press 1996; 36: 629-659.
- Labuza T. An introduction to active packaging for foods. *Food Technol* 1996; 4:68-68-71.
- Jimenez-Laguna A, Fayard A, Traitler H. What is the food industry expecting from new technologies? Presentado en la Convención del Institute of Food Technologists, Orlando, Florida, 1997 Junio 16.
- Pothakamury R, Barbosa-Cánovas G, Swanson B, Meyer R. The process builds for better food processing. *Chem Eng Progress*; March 1995; 45-52.
- Ernsberger R, Ivry B, Itoi K. Strawberry jam forever. *Newsweek magazine* 1992 Nov; 23:49.
- Barbosa-Cánovas G. 1998. Comunicación personal.
- Mermelstein NH. High pressure processing reaches the U.S. market. *Food Technol* 1997; 51:95-96.
- Ohlson D. Irradiation of food. *Food Technol* 1998; 52:56-62.
- FDA. Food and Drug Administration, USA. (A. Whitmore, Broadcast Media). En: *Seafood electronic list*, R. Prize 1998. (seafood @ ucdavis.edu)
- Mermelstein NH. Transportable irradiator to be evaluated by USDA. *Food Technol* 1997; 51:96.
- Dunn J, Ott T, Clark W. Pulsed-light treatment of food and packaging. *Food Technol* 1995; 49:95-98.
- Qin B, Pothakamury R, Vega H, Martín O, Barbosa-Cánovas G, Swanson B. Food pasteurization using high-intensity pulsed electric fields. *Food Technol* 1995;12:55-60.
- Pothakamury U, Barbosa-Cánovas G, Swanson B. Magnetic-field inactivation of microorganisms and generation of biological changes. *Food Technol* 1993;12:85-93.
- Shewfelt R. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables; *Food Technol* 1986; 5:70-78,89.
- King AD, Bolin HR. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol* 1989; 2:132-135.
- Tapia de Daza MS, Argaiz A, López-Malo A, Díaz de Tablante RV. Microbial stability assessment in intermediate and high moisture foods. Special emphasis on fruit products. En: *Barbosa-Cánovas G,*

Welti J, eds. *Fundamentals and Applications of Food Preservation by Moisture Control*. Lancaster, PA, USA: Technomic Publishing Inc, 1995, pp.575- 602.

24. Tapia de Daza MS, Alzamora SM, Welti-Chanes J. En: Fito P, Barbosa-Cánovas G, Ortega E, eds. *Minimally processed high moisture fruit products by combined methods. Results of a multinational project* New York, USA: Chapman & Hall, 1996; pp.161-180.

## New technologies in food processing

**ABSTRACT.** Food consumption patterns have changed in modern society and consumers are increasingly asking for foods with fresh-like characteristics and extended shelf-life. The emphasis has shifted now from ensuring an adequate supply of calories and nutrients to quality and convenience. The food industry has responded to these demands with the so called Minimally Processed (MP) fresh-like products. Processes that involve extensive heating of the food inactivate microorganisms while altering nutrients and sensory attributes. Most other food preservation techniques are not compatible with “freshness” if applied extensively (low  $a_w$  by dehydration or high salt or sugar content; low pH; refrigeration; freezing; etc). Alternative approaches to either thermal or non-thermal conventional treatments are being developed to meet these demands for minimal quality changes and added value and safety. Emerging technologies for the obtention of MP foods, many of them applying the concept of combination of preservation factors, are addressed in this article based on their popularity and technical and economical potential: high hydrostatic pressures, ionizing radiation, high intensity pulsed electric fields, intense light pulses, oscillating magnetic fields, ultrasound, etc. A new combined approach which has been successfully applied in Venezuela and other Latin American countries for Minimally Processed (MP) high moisture fruit products is also discussed. *An Venez Nutr 1998; 11(1):21-27.*

**Key words:** Emerging technologies, food industry, food processing.