

# Altas Presiones, una Nueva Alternativa para la Mejora de la Calidad y Seguridad en Vegetales Frescos Cortados

M. Pilar Cano, Begoña de Ancos y Concepción Sánchez-Moreno\*

Varios autores consideran a la tecnología APH la más viable comercialmente entre las tecnologías no térmicas estudiadas. En la actualidad existen equipamientos comerciales discontinuos capaces de tratar sólidos, líquidos y alimentos viscosos y particulados.



Foto: Sara Vassos.

Los cambios demográficos y sociales producidos en los últimos diez años, han ejercido un efecto muy marcado sobre el consumo de alimentos tanto en España como en el conjunto de países Europeos. Cada día aumenta el número de consumidores interesados en conocer con exactitud la composición de los alimentos que ingieren y el efecto de la dieta en su salud, bienestar y en la prevención de determinadas enfermedades degenerativas.

Numerosos estudios epidemiológicos asocian el consumo de una dieta rica en productos de origen vegetal con una menor predisposición a padecer ciertas enfermedades degenerativas como cáncer (Steinmetz y Potter, 1996; Michels y col., 2000) y enfermedades cardiovasculares (Rimm y col., 1996; Liu y col., 2000; Willcox y col., 2003).

Por tanto, el consumidor valora positivamente aquellos alimentos vegetales que no sólo le proporcionan nutrientes indispensables para la vida (hidratos de carbono, aminoácidos, vitaminas, etc.), sino que además posean sustancias con un posible efecto protector conocidos como compuestos fitoquímicos o bioactivos (antioxidantes, vitaminas, flavonoides, glucosinolatos, compuestos organosulfurados, lactonas sesquiterpénicas, etc.) (Prior y Cao, 2000).

Estos resultados sugieren que una dieta rica en productos de origen vegetal puede ser considerada como una herramienta importante y realista para prevenir determinadas

enfermedades degenerativas aunque en la actualidad el consumo de frutos y hortalizas es todavía bajo con respecto a las recomendaciones en las que están basadas las dietas denominadas saludables. Así, en algunos países de la Unión Europea, el consumo de frutos y hortalizas frescas es de aproximadamente 250 g por persona y día, mientras que el consumo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), expertos en nutrición y sociedades afines, lo estiman alrededor de 400 g o superior, ingeridos en forma de cinco, seis, siete o diez raciones al día, dependiendo del país.

Los frutos y hortalizas han de ser procesados y conservados por conveniencia y razones económicas, lo que implica numerosos cambios desde el momento de la cosecha, durante las operaciones de acondicionamiento, procesamiento, almacenamiento, hasta que es adquirido y consumido fresco o cocinado por el consumidor. Todos estos cambios suponen un impacto potencial en los compuestos fitoquímicos y en las propiedades antioxidantes de estos productos vegetales así como en las propiedades beneficiosas para la salud que poseen en fresco.

## Procesado Mínimo de Alimentos Vegetales

El estudio de nuevas tecnologías de conservación de alimentos (Alta Presión, Pulsos Eléctricos de Alta Intensidad de Campo, radiación ionizante, campos magnéticos oscilantes, envasado en atmósfera modificada, antimicrobianos naturales, etc.) surge en el contexto de las sociedades de países industrializados donde los consumidores valoran positivamente aquellas características de los alimentos que les confieren mayor valor añadido como son: una escasa manipulación en su preparación, el empleo de aditivos

\*Departamento de Ciencia y Tecnología de Productos Vegetales. Instituto del Frío-CSIC. Ciudad Universitaria; Madrid, España.

naturales o la ausencia de los mismos, conservación de las características sensoriales propias del alimento fresco de partida y la conservación o potenciación de las propiedades nutricionales y las cualidades beneficiosas para la salud de los productos vegetales. Los alimentos de origen vegetal que presentan estas características se han denominado Alimentos Vegetales Mínimamente Procesados (MP).

Además, el cambio de hábitos de vida de los consumidores europeos, donde el tiempo dedicado a la preparación de platos preparados ha disminuido, hace que los productos vegetales mínimamente procesados, además de facilitar la vida a las personas, sean la principal fuente de nutrientes y de compuestos protectores necesarios para mantener una buena salud de un segmento importante de la sociedad como personas con problemas de movilidad (ancianos) o que utilicen habitualmente comedores colectivos (escolares, trabajadores, estudiantes, hospitales, etc.).

Como "Procesado Mínimo de alimentos", se entiende la aplicación de una serie de tecnologías (barreras), que combinadas o no, deben mantener las características del alimento lo más cercanas posible a las del producto fresco, además de mejorar su vida comercial útil en términos microbiológicos,

sensoriales y nutricionales. Dentro de esta terminología se incluyen dos tipos de productos distintos que van a ser:

- Frutos mínimamente procesados cortados en fresco
- Derivados de frutos (purés, zumos o trozos) tratados por la Alta Presión Hidrostática-APH

**Frutos mínimamente procesados cortados en fresco**

Son preparados mediante una serie de operaciones unitarias (selección, lavado, pelado, deshuesado, corte, etc.), higienizados (derivados clorados o aditivos naturales) y envasados con película plástica en atmósfera modificada de manera individual. Son conservados, distribuidos y comercializados en condiciones de refrigeración (2-7 °C) y están listos para ser consumidos crudos sin ningún tipo de operación adicional durante un periodo de vida útil de 7 a 10 días (Gorris y Peppelenbos, 1999). Los productos MP frescos cortados son por definición productos muy perecederos, e incluso más que los productos crudos no procesados de los que provienen (Willey, 1997). La rotura del tejido por el corte supone un incremento de la intensidad respiratoria y transpiración además de favorecer determinadas reacciones enzimáticas (polifenoloxidasas, peroxidasa, pectinasas, ascorbato oxidasa, etc) que conducen a un rápido deterioro

**Pone a su disposición métodos confiables, rápidos y competitivos para el monitoreo eficaz de:**



**FISICOQUÍMICOS**

**MICROBIOLÓGICOS** ▶ Cuenta Estándar Hongos y Levaduras Coliformes / E.Coli

**PATÓGENOS** ▶ Salmonella, Listeria, Campylobacter, Staphylococcus, Pseudomonas

**ALERGENOS**

**TRANSGÉNICOS**

**PLAGUICIDAS**

**ANTIBIÓTICOS EN LECHE**

**VALIDACIÓN DE LIMPIEZA**



METODOS RAPIDOS, S.A. DE C.V.  
 PASEO ALEXANDER VON HUMBOLDT NO. 8 OFNA. 202  
 COL. 3a. SECCION LOMAS VERDES  
 53120 NAUCALPAN, ESTADO DE MEXICO

TELS: (55) 5343-2314, (55) 5343-1739, (55) 5343-2171  
 FAX: (55) 5343-6085

[www.metodosrapidos.com](http://www.metodosrapidos.com)  
 e-mail: [info@metodosrapidos.com](mailto:info@metodosrapidos.com)

del producto, con posible pérdida de alguna de sus características sensoriales, nutricionales y propiedades beneficiosas para la salud. Además, el corte aumenta la superficie de tejido susceptible de alteraciones microbianas, por lo que la seguridad de los frutos mínimamente procesados cortados en fresco es una de las principales preocupaciones de investigadores y productores.

### Control Microbiológico

La contaminación microbiológica es uno de los problemas más importantes en el desarrollo de este tipo de alimentos. Aunque la composición, propiedades físico-químicas y naturaleza del fruto entero de partida determinan en gran medida la predisposición al ataque de un tipo u otro de microorganismos será el proceso de elaboración y en especial las fases de pelado y corte de los productos, cuando se destruye la barrera natural de protección del vegetal y se facilita la disponibilidad de nutrientes celulares liberados (azúcares, etc.), favoreciendo la contaminación con microorganismos alterantes y/o patógenos (Nguyen, 1994; Brackett, 1997). Los alimentos mínimamente procesados que presentan valores de pH y aw altos (pH 4.6 y aw 0.85) son considerados como alimentos altamente perecederos si no se realiza ningún proceso de conservación (Willey, 1997).

Hay que destacar que la mayoría de los frutos presentan un pH ácido que supone un factor protector frente al ataque de los microorganismos. Sin embargo, hay otro tipo de frutos como el melón, la papaya, el aguacate, el caqui que presentan un pH alto (pH 5.3), semejante al de las hortalizas, que los hace más susceptibles al ataque microbiano.

En los frutos MP, la flora microbiana alterante está compuesta por bacterias, hongos y levaduras. Se han aislado levaduras de los géneros *Cándida*, *Cryptococcus*, *Pichia*, *Torulaspota* y *Trichosporon*. La presencia de hongos es menos frecuente aunque se han detectado en algunas ocasiones, *Esclerotinia* ssp. y *Botrytis cinerea*. Se detectan fácilmente bacterias pectinolíticas, que son los responsables del ablandamiento durante el almacenamiento como *Erwinia carotovora* y *Pseudomonas fluorescens*. También se han aislado en vegetales MP algunos microorganismos patógenos como *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp, *Shigella* spp, *Yersinia* spp, *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum*, *Yersinia enterocolítica*, *Listeria monocytogenes*, *Aeromonas hydrophila*, *Campilobacter jejuni* y *Brucella* spp. El peligro estriba en que algunos de ellos como la *Listeria* es capaz de crecer a temperaturas de refrigeración y bajos niveles de oxígeno como los que se dan en el envasado en atmósfera modificada de los alimentos vegetales mínimamente procesados (Berrang y col., 1989; Beuchat y Brackett, 1990; Carlin

y Nguyen, 1996). En frutos mínimamente procesados como rodajas de manzana, papaya, sandía y melón se ha descrito el crecimiento de *Salmonella* y *Shigella*, especialmente a temperatura ambiente (Fernández-Escartín y col., 1989; Golden y col., 1993; Leverentz y col., 2001).

Las principales herramientas que se utilizan para el control microbiológico de este tipo de alimentos son: Agentes químicos como cloro (60-200 ppm), ácido cítrico, dióxido de cloro, ozono, fosfato trisódico o peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>); agentes biocontrol como bacterias lácticas o sustancias producidas por ellas (bacteriocinas como la nisina); aditivos naturales "green chemicals" como los aceites esenciales de hierbas aromáticas, fracciones de los mismos o compuestos individuales aislados y purificados, generalmente de naturaleza fenólica. (Gorris, 1996, 1998); descenso de la temperatura y envasado en atmósfera modificada (MAP).

En general, el objetivo es tener una composición de gases con efecto antimicrobiano de 8-10% CO<sub>2</sub>, 2- 5% O<sub>2</sub> y el resto de nitrógeno (Ahvenainen, 1996; Solomos, 1997; Brackett, 1997). Distintos autores refieren el efecto beneficioso del empleo de atmósferas modificadas en frutos cortados como rodajas de kiwi (Agar y col., 1999), manzana Fuji y Golden Delicious (Soliva-Fortuny y col., 2001), melocotón y nectarina (Gorny y col., 1999), pera (Gorny y col., 2002), mango en cubos (Nithiya y col., 2001), melón en cubos (Bai y col., 2001), y sandía (Cartaxo y col., 1997).

### Pardeamiento Enzimático

La vida útil de los frutos sometidos a un procesado mínimo está a menudo ligada a la aparición de procesos de pardeamiento enzimático (Vamos-Vigyazo, 1981). El enzima polifenol oxidasa (PPO) (EC 1.14.18.1), que se encuentra en la mayoría de las frutas y hortalizas, es la principal responsable del pardeamiento enzimático en productos vegetales frescos, siendo más evidente su acción cuando el tejido vegetal sufre golpes, magulladuras, cortes u otros daños celulares.

En algunos frutos como el melón, sandía o cítricos, se ha observado como los cambios de color producidos como consecuencia del procesado, son primeramente inducidos por otro enzima, la peroxidasa (POD), cuya actividad está relacionada con procesos oxidativos en los que intervienen determinados compuestos del alimento con capacidad de donar hidrógeno (Lamikanra y Watson, 2000).

El pardeamiento enzimático se podría eliminar mediante la inactivación por calor del enzima, la exclusión o la eliminación de uno o de los dos sustratos del enzima (oxígeno y

# Innovación nutritiva y deliciosa de manera natural.

Cuando se trata de la supervivencia y el éxito en el competitivo mercado alimentario actual, la clave es la innovación. BENEEO-Orafti, la fuerza impulsora del mercado prebiótico, dispone de la experiencia profesional adecuada para ofrecerle apoyo a todos los niveles y facilitarle el proceso de innovación de producto.

La inulina y la oligofructosa Orafti® son ingredientes que proporcionan elevados beneficios tecnológicos, nutricionales y relativos a la salud. Estos ingredientes que pueden sustituir fácilmente grasas y azúcares, tienen un efecto positivo para la salud digestiva y ósea, ayudan a controlar el peso y a mejorar la salud en general, proporcionando además una sensación de bienestar de quienes los consumen. BENEEO-Orafti ofrece ingredientes para la elaboración de productos sabrosos y deliciosos y en los que se puedan alegar propiedades saludables basadas en sólidos hechos científicos.

Nuestros conocimientos prácticos de aplicación, asesoría legal, marketing y seguridad en el suministro hacen de BENEEO-Orafti un colaborador único en todas las etapas del proceso. Haga que su negocio vaya un paso por delante en innovación!

Para obtener más información acerca de cómo los ingredientes naturales de BENEEO-Orafti pueden beneficiar a su negocio y clientes, visite [www.BENEEO-Orafti.com](http://www.BENEEO-Orafti.com).

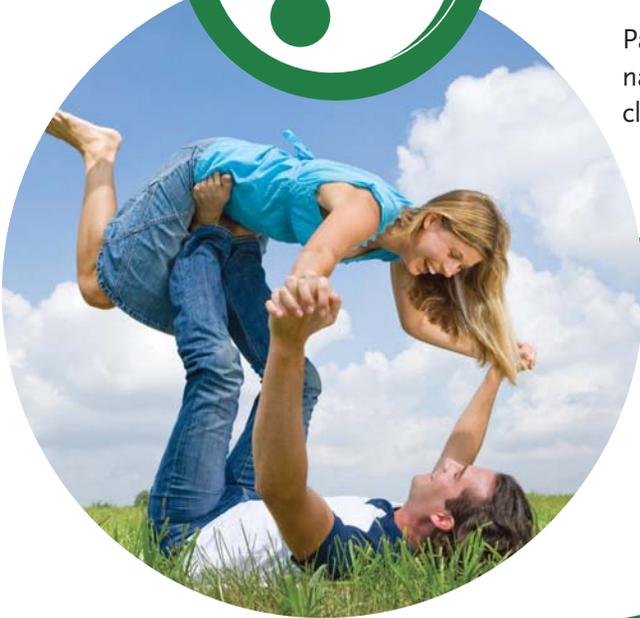


nutrición

ingredientes naturales

bienestar

salud



Distribuidor en Mexico:  
MFAlimenta • Narciso Mendoza 15 • Col.Manuel A.Camacho • Mexico D.F. 11610Mexico  
Tel: +55 55 89 51 44 • Fax: +55 52 94 46 63 • [ventasfood@mfalimenta.com](mailto:ventasfood@mfalimenta.com)  
[www.mfalimenta.com](http://www.mfalimenta.com)



fenoles), la bajada del pH en 2 o más unidades por debajo del óptimo de actuación del enzima, o por la adición de compuestos que inhiban la acción de la PPO o prevengan la formación de melanina.

Tradicionalmente, este problema ha sido controlado mediante la adición de sulfitos pero debido a los problemas de salud descrito en algunos consumidores (asmáticos) se ha restringido su empleo y se ensayan nuevos sustitutos (Reyes-Moreno y col., 2001). Se conocen muchos inhibidores de la PPO, pero ningún compuesto por sí solo es capaz

Actualmente se ensayan combinaciones de tecnologías o barreras capaces de controlar el pardeamiento enzimático sin modificar otras propiedades sensoriales y nutricionales. Algunas de las tecnologías ensayadas son:

#### *Métodos Físicos de Control de Pardeamiento Enzimático*

Tratamientos térmicos suaves, Refrigeración, Eliminación de Oxígeno, Recubrimientos Comestibles, Envasado en Atmósferas Modificadas, Tratamientos con Tecnologías Emergentes No-térmicas (Alta Presión, Pulsos Eléctricos, etc.).

#### *Métodos Químicos de Control del Pardeamiento Enzimático*

Agentes Reductores (ácido ascórbico), Agentes quelantes (EDTA), Agentes Complejantes (ciclodextrinas), Inhibidores enzimáticos (4-hexilresorcinol), Disminución del pH (adición de ácidos orgánicos).

En Europa se ha estimado un crecimiento anual en la producción de lechuga fresca cortada del 10-15% por año, siendo este producto el mayoritario dentro de la producción de productos vegetales frescos cortados. Así, la producción en toneladas de este producto en algunos países europeos en 1999 ha sido de 45,000 en UK, 39,000 en Francia, 21,000 en Italia, 20,000 en Alemania, 10,000 en España y Holanda, y 8,000 en Bélgica. Todavía no existen estadísticas sobre producción y consumo de productos de frutos cortados en fresco.



Foto: Kath Dedon.

de sustituir a los sulfitos. En la actualidad, combinaciones de varios compuestos y la utilización de un envasado a vacío o con atmósferas modificadas son las estrategias que han dado buenos resultados en algunos productos. Los agentes antipardeamiento que se comercializan en la actualidad, y que no llevan en su composición sulfitos, son combinaciones de varios productos entre los que destaca el ácido ascórbico. Una combinación típica debe estar compuesta por un agente reductor químico (ej. Ácido ascórbico), un acidulante (ej. Ácido cítrico) y un agente quelante (ej. EDTA).

#### **Derivados de frutos (purés, zumos o trozos) tratados por la Alta Presión Hidrostática-APH**

Consiste en la aplicación de presión al alimento con una intensidad entre 100 a 1000 MPa, sólo o en térmicos suaves, aditivos naturales, etc), envasados asépticamente, conservados, distribuidos y conservados en refrigeración (2-7°C), listos para ser consumidos sin ninguna operación adicional durante un periodo de vida útil de 30 a 60 días.

Varios autores (Hoover, 1997; Meyer y col., 2000) consideran a la tecnología APH la más viable comercialmente entre las tecnologías no térmicas estudiadas. En la actualidad

existen equipamientos comerciales discontinuos (de 10 a 500 L de capacidad) capaces de tratar sólidos, líquidos y alimentos viscosos y particulados (de 1 a 4 ton/h-1) (Yuste y col., 2002), siendo los costes del proceso calculados para los nuevos equipamientos de aproximadamente 10-15 eurocéntimos/kg de producto (Anonymous, 2002).

Los productos MP tratados por Alta Presión Hidrostática derivados de frutos y hortalizas no han sido todavía comercializados en España, si bien existen productos cárnicos de la empresa Espuña que han sido tratados por APH y que se comercializan actualmente en los supermercados de unos conocidos almacenes. Los primeros alimentos procesados por APH comercializados fueron derivados de frutas como mermeladas de fresa, kiwi, manzana, etc, que por sus características ácidas (pH4) presentan importantes ventajas frente a los alimentos no ácidos (pH4) en la aplicación de un tratamiento de Alta Presión.

Estos productos presurizados derivados de frutas se comercializaron por la firma japonesa Mieidi-Ya Food Co., y se pusieron a la venta en Abril de 1990. Hoy en día se comercializan muchos más productos en Japón (derivados de frutas, de soja, de pescado, etc.) y en menor medida

pero progresando poco a poco, en Europa (zumos de naranja y manzana) y en USA (zumos de naranja y manzana, salsas tipo guacamole, ostras, etc.).

En la actualidad, algunas empresas nacionales transformadoras de frutas, en un país considerado como " en vías de desarrollo" como es México, están poniendo a punto la comercialización de jugos de frutos tropicales estabilizados por Alta presión (comunicación personal del Dr López-Malo, Depto. de Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos, Universidad de las Américas, Puebla, México).

### Inactivación Microbiológica

La efectividad de los tratamientos de APH sobre la inactivación microbiana depende de variables del tratamiento (presión, tiempo, temperatura), de la composición del alimento y de la naturaleza del microorganismo. Existen numerosos trabajos que muestran la inactivación microbiológica de los tratamientos de APH (Patterson, 2000). En general, presiones entre 400 y 600 MPa producen importantes reducciones (4log10 unidades) de la mayoría de los microorganismos en su forma vegetativa, mientras que las esporas pueden resistir presiones superiores a 1000 MPa. En general, los microorganismos Gram negativos son los más sensibles a

# Purificadores de agua por medio de luz ultravioleta

Calidad, Confianza, Garantía y Servicio

Equipos desde 4 hasta 3,800 litros por minuto también contamos con:

- Portacartuchos
- Cartuchos Filtrantes
- Lámparas Germicida
- Filtros Multicapa
- Filtros Carbón Activado
- Suavizadores
- Desmineralizadores
- Ósmosis Inversa
- Generadores de Ozono
- Plantas Embotelladoras y mucho más...



Agua purificada para siempre

Tel: (777) 380-0791

info@instapura.com.mx

Fax sin costo: 01800-202-3845

Subida a Chalma 2044, Lomas Tetela  
62158, Cuernavaca, Mor. México

www.instapura.com.mx

Somos Fabricantes



Foto: Free Range Club.

los tratamientos de APH, seguido de levaduras y hongos, Gram positivos y por último esporas. Los virus son muy resistentes a los tratamientos APH, aunque depende de su naturaleza. Los tratamientos de APH son más efectivos en la etapa logarítmica de crecimiento.

Los tratamientos APH son efectivos para la eliminación de hongos y levaduras y formas vegetativas de bacterias en frutos y derivados debido a la combinación del efecto de la alta presión con el pH bajo de estos productos (pH4) (Palou y col., 2000). Sin embargo, en productos vegetales de pH4 como sería el caso del caqui (pH= 5.3) y derivados, es necesario la combinación de los tratamientos de APH con otras tecnologías de conservación como calor suave (Smelt, 1998; Patterson, 2000; Plaza y col., 2003), aditivos como la nisina (Stewart y col., 2000) o la lactoperoxidasa o lisozima (García-Graells y col., 1999, 2000). El gran reto de la esterilización con APH parece haber sido conseguido y patentado por Meyer y col. (2000).

### *Inactivación Enzimática*

La efectividad de los tratamientos de APH sobre la inactivación enzimática depende de variables del tratamiento (presión, tiempo, temperatura), de la composición del alimento y del tipo de enzima. En los últimos años se han llevado a cabo numerosos estudios sobre la aplicación de tratamientos de APH, solos o combinados con calor suave, para la desactivación de enzimas relacionadas con la pérdida de calidad de los alimentos vegetales (peroxidasa (POD), lipoxigenasa (LOX), pectinmetilesterasa (PME), etc.)

(Knorr, 1995; Seyderhelm y col., 1996; Cano y col., 1997; Hendrickx y col., 1998; Hernández y Cano, 1998; Cano y col., 1999; Palou y col., 2000; Plaza y col., 2003; Tangwongchai y col., 2000; Crelier y col., 2001). Probablemente las polifenoloxidasas (PPO) sean las enzimas más estudiadas en relación con la efectividad de los tratamientos APH, debido a los graves problemas de calidad sensorial relacionados con su actividad (pardeamiento enzimático) (Weemaes y col., 1998; Cano y col., 1997; Hernández y Cano, 1998).

### *Compuestos Bioactivos*

El efecto de los tratamientos de APH sobre los compuestos bioactivos (vitaminas A, C y E, Carotenoides: licopeno, -caroteno, luteína, zeaxantina, criptoxantina y flavonoides) presentes en distintos productos vegetales (zumo de naranja, puré de caqui, puré de tomate, etc) ha sido estudiado por distintos grupos de trabajo (Quaglia y col., 1996: Donsi y col., 1996; Van Loey y col., 1998; Van de Broeck y col., 1998), si bien la relación entre las condiciones del tratamiento APH, la composición en fitoquímicos y la actividad antioxidante de los alimentos vegetales ha sido estudiada principalmente por los grupos de la Dra. Cano del Instituto del Frío-CSIC en Madrid y el Dr. Tauscher del Institut für Chemi und Biologie de Karlsruhe (Alemania) (De Ancos y col., 2000; Fernández-García y col., 2001; Sánchez-Moreno y col., 2003a,b, 2004a). En general, los carotenoides con actividad antioxidante (licopeno, criptoxantina, -caroteno, zeaxantina), no son afectados por los tratamientos de APH solos o combinados con calor.

### *Biodisponibilidad*

Diferentes estudios muestran como el procesado de los productos vegetales aumentan la capacidad del organismo de absorber determinados compuestos fitoquímicos como el licopeno de los productos derivados del tomate (salsa de tomate) (Garther y col., 1997; Agarwal y Rao, 2000). La biodisponibilidad de compuestos fitoquímicos (vitamina C, vitamina E y compuestos carotenoides) de derivados de productos vegetales (zumo de naranja, gazpacho) tratados por APH ha sido también estudiada recientemente por el grupo de la Dra. Cano, (Sánchez-Moreno y col., 2003c,d, 2004b), siendo el primer estudio de biodisponibilidad de compuestos bioactivos de productos tratados por altas presiones.

### **Fuente:**

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. México a partir de la información recopilada del Simposium "Nuevas Tecnologías de Conservación y Envasado de Frutas y Hortalizas. Vegetales Frescos Cortados". La Habana, Cuba. Marzo 2005.