

**TRABAJO PRÁCTICO**  
**DIPLOMADO EN SALUD PÚBLICA**

**2018**

**APLICACIÓN DE ALTAS PRESIONES PARA MEJORAR LA**  
**SEGURIDAD ALIMENTARIA Y PROLONGAR**  
**LA VIDA ÚTIL DE**  
**PLATOS PREPARADOS LISTOS PARA CONSUMIR**

MARÍA JESÚS BARRIGA RUBIO

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

## **ÍNDICE:**

OBJETIVOS

RESUMEN

ABSTRACT

### 1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Principios básicos de la aplicación de la tecnología de altas presiones hidrostáticas

1.1.1.- Equipo de altas presiones hidrostáticas

1.1.2.- Procesado

1.1.3.- Envases

1.2.- Importancia e implantación de la tecnología de altas presiones hidrostáticas a nivel industrial:

1.2.1.- Aplicaciones de la tecnología de APH en el sector cárnico

1.2.2.- Aplicaciones de la tecnología de APH en el sector lácteo

1.2.3.- Aplicaciones de la tecnología de APH en productos vegetales

1.2.4.- Aplicaciones de la tecnología de APH en productos de la pesca

### 2.- MATERIAL Y MÉTODOS

### 3.- RESULTADOS

3.1.- Aplicaciones de la tecnología de altas presiones hidrostáticas en platos listos para consumir, V Gama

3.2.- Efectos de las altas presiones sobre los microorganismos y los alimentos

3.2.1.- Efecto sobre los microorganismos.

3.2.2.- Efecto sobre los componentes de los alimentos

### 4.- LEGISLACIÓN, LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS DE *Listeria monocitogenes*

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

- 5.- UTILIZACIÓN DE LA ALTA PRESIÓN HIDROSTÁTICA EN INDUSTRIA ALIMENTARIA, CON ATENCIÓN A *Listeria monocitogenes*
- 6.- APLICACIÓN EN EXTREMADURA. NUEVOS RETOS Y FUTURO DE LAS APH. LA TECNOLOGÍA DE ALTAS PRESIONES HIDROSTÁTICAS EN INTAEX
- 7.- CONCLUSIONES
- 8.- AGRADECIMIENTOS
- 9.- BIBLIOGRAFÍA
- 10.- ANEXOS

Figura 1. Esquema de aplicación de altas presiones.

Figura 2. Equipo de tratamiento de APH Wave 6000/55 (Hiperbaric).

Figura 3. Productos cárnicos de V Gama procesados por altas presiones.

Figura 4. Productos lácteos procesados por altas presiones.

Figura 5. Productos vegetales y de V Gama procesados por altas presiones.

Figura 6. Productos de la pesca procesados por altas presiones.

Figura 7. *Listeria monocitogenes*

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

## **OBJETIVOS**

PRINCIPAL: conocer la actualidad de cómo está mejorando la Seguridad Alimentaria en platos preparados listos para consumir y cómo se prolonga su vida útil.

SECUNDARIO: mostrar cómo la industria alimentaria y los organismos oficiales trabajan juntos.

## **RESUMEN**

El procesado por alta presión hidrostática (APH) consiste en la aplicación de presión al alimento con una intensidad que puede variar entre 50 y 1000 MPa. La tecnología APH se considera una de las más viables económicamente dentro de las tecnologías no térmicas y permite la obtención de alimentos seguros y saludables con una elevada calidad sensorial y organoléptica.

## **ABSTRACT**

High hydrostatic pressure (HHP) processing is the application of pressure to food with an intensity that can vary between 50 and 1000 MPa. HHP technology is considered one of the most economically viable non-thermal technologies and allows for the production of safe and healthy food products with a high sensory and organoleptic quality.

## **1.- INTRODUCCIÓN**

Los **platos preparados listos para consumir, V Gama**, se definen como una mezcla de ingredientes cocinados, envasados en atmósfera inerte/vacío listos para consumir tras una regeneración (calentamiento previo al consumo mediante horno, microondas o baño maría, sin necesidad de grandes manipulaciones) y de vida relativamente corta (90 días) conservados en refrigeración.

Las **causas de la alteración de los alimentos** son por la acción de enzimas, reacciones puramente químicas, tales como hidrólisis, oxidación, pardeamiento no enzimático (Reacción de Maillard), acción de agentes físicos: calor, humedad, sequedad, etc., y por último la proliferación y acción de microorganismos.

**La tecnología de Altas Presiones Hidrostáticas (APH, High-Hydrostatic Pressure, HHP)** se utilizó por primera vez a finales del siglo XIX en leche (670 MPa, 10 min), consiguiéndose 5-6 reducciones logarítmicas de la carga microbiana sin necesidad de aplicar calor (Hite, 1899). En los últimos 30 años, se han investigado diversos métodos para la conservación e higienización de los alimentos y han aparecido una serie de tecnologías emergentes de procesado (altas presiones, pulsos eléctricos de alta intensidad, campos magnéticos oscilantes, pulsos luminosos de alta intensidad y ultrasonidos), de las cuales la **presurización** es, en entre estas técnicas, la más viable desde el punto de vista comercial (Hoover, 1997). Aunque actualmente esta tecnología es más cara que las tradicionales, su uso ofrece nuevas oportunidades a la industria alimentaria para responder a las necesidades del consumidor (Hendrickx *et al.*, 2005).

**Criterios microbiológicos.** En el Codex Alimentarius (CAC, 1997), se define como “la aceptabilidad de un producto o lote de alimentos, en función de la ausencia o presencia, o el número de microorganismos, incluidos los parásitos, y / o cantidad de sus toxinas / metabolitos, por unidad (es) de masa, volumen, área o lote ”.

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

La **Listeriosis** es una infección transmitida por los alimentos con una letalidad extremadamente alta (25 a 30%) y tasas de hospitalización (> 92%).

*Listeria monocytogenes (Lm)* es una bacteria psicrófila que puede crecer a -1.5 °C y, por lo tanto, puede crecer de forma óptima a temperaturas de refrigeración. El microorganismo tiene la capacidad de persistir en la elaboración de alimentos, áreas de procesado y equipamiento.

## **1.1.- PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE ALTAS PRESIONES HIDROSTÁTICAS (APH)**

### **1.1.1.- Equipo de altas presiones hidrostáticas**

Los equipos industriales de alta presión hidrostática están formados por una cámara de presurización, generalmente un sistema de bombeo constituido por una bomba hidráulica, un sistema multiplicador de presión (Figura 1) y, en algunos casos, un sistema de control de temperatura. La unidad de APH normalmente emplea agua como fluido presurizante, a fin de facilitar la operatividad y la compatibilidad con los alimentos (Earnshaw, 1996).

En los últimos nueve años, la venta de equipos de alta presión a nivel industrial ha tenido un fuerte crecimiento, se han instalado más de 130 equipos en todo el mundo. En general, un 31% de los alimentos procesados mediante APH son productos cárnicos, el 36% son productos vegetales, un 14% corresponde a pescados y mariscos, el 12% corresponde a zumos y bebidas y un 7% a otros productos. (Hyperbaric, Burgos). (Figura 2)

### **1.1.2- Procesado**

**APH** es un sistema de pasterización en frío después del envasado, dentro de un envase final flexible, que utiliza altas presiones hidrostáticas, por agua, (300–600 MPa/43,500-87,000psi) a temperaturas de refrigeración (4°C to 10°C) o ambiente, para inactivar patógenos (bacterias, virus, mohos, levaduras y

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

parásitos) en los alimentos y que permite incrementar la seguridad alimentaria, aumentar la vida útil y reducir o eliminar el uso de conservantes.

Cuando el tratamiento es aplicado a temperatura ambiente o de refrigeración se consigue una reducción en el recuento de microorganismos, sin embargo, cuando se combina con un tratamiento térmico a media-alta temperatura (60-120°C), conocido como PATP (sus siglas en inglés de “Pressure Assisted Thermal Processing”), se pueden eliminar microorganismos esporulados, consiguiéndose la esterilización del alimento.

### **1.1.3.- Envases**

El envase es un factor clave en los tratamientos con altas presiones, siendo los sistemas de envasado al vacío tipo skin lo que responden perfectamente a estas necesidades. Este envase consta de una lámina superior prácticamente invisible y envuelve el producto como si fuera una segunda piel. Este tipo de envasado tiene como objetivo mantener la calidad sensorial de los productos y prolongar su vida comercial, que mejora notablemente con respecto al envasado tradicional.

## **1.2.- IMPORTANCIA E IMPLANTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE ALTAS PRESIONES HIDROSTÁTICAS A NIVEL INDUSTRIAL**

### **1.2.1.- Aplicaciones de la tecnología de APH en el sector cárnico (Figura 3)**

El proceso de APH se aplica en un amplio abanico de **productos cárnicos**: pollo o pavo cocido loncheado, piezas de pollo o pavo, platos preparados, centros de jamón curado, carnes marinadas, etc. Prolonga la vida útil manteniendo la frescura original, y puesto que tiene lugar a temperatura ambiente o refrigeración, mantiene la calidad, sin afectar al sabor ni a los nutrientes, elimina la necesidad de conservantes debido a la eliminación de la flora vegetativa patógena y alterante. Controla los riesgos asociados con *Salmonella spp.* y *Listeria monocitogenes* en carnes crudas y marinadas (Hugas *et al.*, 2002).

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

Esta tecnología puede solucionar, en el sector de los productos cárnicos del cerdo ibérico, la problemática de las exportaciones fuera de la Unión Europea. Países como EEUU y Japón tienen una legislación muy exigente respecto a los niveles de *Lm*, lo que complica la exportación de productos crudos curados a estos países. Por estos motivos, se hace necesario introducir una tecnología adecuada que garantice la calidad higiénico-sanitaria y sensorial del jamón de cerdo ibérico, manteniendo los atributos de calidad que caracterizan a este producto y, de esta forma, cumplir con la normativa exigida para la comercialización en nuevos mercados.

Como consecuencia de la desnaturalización causada por la presión, las proteínas son más sensibles a las proteasas sin que su valor biológico se vea alterado. Esto mejora la digestibilidad y la biodisponibilidad, además de influir de forma positiva en el sabor y el aroma de la carne (Mertens, 1993; Suzuki *et al.*, 1993).

#### **1.2.2.- Aplicaciones de la tecnología de APH en el sector lácteo (Figura 4)**

El procesado mediante altas presiones ofrece también varias posibilidades de mejora en el **sector lácteo** en aspectos como la seguridad, funcionalidad y posibilidades de exportación e innovación de productos. Los rellenos de sándwich, con base de queso o mayonesa, pueden procesarse para mejorar considerablemente la vida útil manteniendo la calidad. En la industria quesera, el procesado por alta presión de queso fresco puede mejorar la maduración (frenándola o acelerándola) y aumentar la vida útil del producto de una forma importante. Este tratamiento es además una interesante opción para preservar la funcionalidad de los componentes bioactivos (inmunoglobulinas, lactoferrinas, vitaminas) presentes en el calostro.

#### **1.2.3.- Aplicaciones de la tecnología de APH en productos vegetales (Figura 5)**

En el caso de zumos, *smoothies* y otras **bebidas a base de fruta**, el procesado mediante altas presiones mantiene las cualidades originales del producto. De este modo, se conserva el sabor del zumo recién exprimido; además, las propiedades nutricionales permanecen intactas, permitiendo la creación de una



Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

gama de productos de elevada calidad. Asimismo, con esta tecnología es posible procesar zumos que se veían seriamente comprometidos con un tratamiento térmico, como la granada, manzana, zanahoria, remolacha, etc.

De entre los productos tratados mediante altas presiones que ya están en el mercado, elaborados a partir de productos hortofrutícolas, destacan los purés, salsas y productos “listos para consumir” (guacamole, hummus, etc.). La principal ventaja es el importante aumento de la vida útil de este producto sin alterar de forma importante las cualidades del producto fresco. Algunos ejemplos de platos preparados tratados por APH comercializados son: verduras cocinadas y arroz listo para comer y combinación de cereales.

#### **1.2.4.-Aplicaciones de la tecnología de APH en productos de la pesca (Figura 6)**

Ostras, almejas, bogavantes, langostinos, bacalao, merluza, pescados “listos para consumir”, son algunos ejemplos de una amplia variedad de productos del mar que se pueden procesar mediante APH.

Entre otras, las aplicaciones en este campo son la apertura de moluscos bivalvos, la extracción de la carne de crustáceos (langostas, cangrejos), el aumento de la vida útil de pescados “listos para consumir” que además mantienen su aspecto de productos frescos.

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

## **2.- MATERIAL Y MÉTODOS**

Para obtener los datos de esta revisión bibliográfica se han utilizado documentación de organismos oficiales (AECOSAN, MSSSI, CNTA, CAC, EFSA, FAO, CICYTEX, INTAEX), empresas privadas (HIPERBARIC), revistas técnicas (SÓLO CERDO IBÉRICO, ALIMENTARIA, EUROCARNE, RITECA...) y revisión legislativa (EURELEX), donde se ha ido seleccionando las siguientes palabras claves: Seguridad Alimentaria, tecnología de altas presiones hidrostáticas, V Gama y *Lm*.

## **3.- RESULTADOS**

### **3.1.- Aplicaciones de la tecnología de APH en platos listos para consumir, V Gama**

Actualmente se pueden encontrar en el mercado multitud de productos cárnicos listos para el consumo procesados mediante esta tecnología: cocidos (jamón, salchichas, pavo, pollo), curados (jamón, lomo), fermentados (salami, salchichas), marinados (carne de ternera, carne de cerdo) y productos cárnicos crudos (*carpaccio*) (Campus, 2010).

En el Instituto Tecnológico Agroalimentario (INTAEX) se ha evaluado el efecto del envasado tipo *skin* en combinación con altas presiones hidrostáticas para la conservación de platos cárnicos listos para consumir. La evaluación sensorial de los platos sólo se llevó a cabo después del procesado por alta presión, con la finalidad de valorar si el tratamiento modifica el aspecto general del plato, el olor, el aroma en boca y sabor.

Los resultados microbiológicos del plato de **carne con tomate** tras la elaboración y tratamiento al inicio, los recuentos de los microorganismos analizados se encontraron por debajo del límite de detección del método (10 ufc/g). Tras 100 días de almacenamiento en refrigeración, los recuentos fueron muy bajos, siendo el de microorganismos mesófilos inferior en los platos tratados que en el lote control, por lo que la vida útil de los platos preparados podría ser bastante larga.

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

Los resultados microbiológicos para el plato de **caldereta de cordero** tras la elaboración y tratamiento, se encontraron por debajo del límite de detección, y tras su almacenamiento durante 100 días, permanecieron dentro de la norma microbiológica, Reglamento 2073/2005. El recuento de mesófilos fue inferior en los platos tratados que en el lote control.

En ambos platos, los patógenos Salmonella y Listeria no fueron detectados en ningún muestreo.

La evaluación sensorial de la **carne con tomate** muestra que los catadores no encontraron diferencias significativas entre los lotes control, y procesados con alta presión a 400 MPa y 600 MPa. Esto confirmaría los resultados que señala la bibliografía (Oey y col., 2008 a, b) sobre el efecto del tratamiento de alta presión, que no afecta a los principales parámetros sensoriales del producto: sabor, aroma, textura, color, etc. Cabe señalar que la valoración general de este plato fue muy alta, y los catadores mostraron una gran aceptabilidad de todos los parámetros evaluados. Además, a pesar de que no se encontraron diferencias significativas entre los platos control y los tratados, en general, la valoración de parámetros como el olor, textura, sabor y valoración global fue incluso más elevada en los platos procesados por alta presión que en los no tratados. (Eurocarne)

Por otro lado, también en el INTAEX, se ha desarrollado la investigación sobre cómo afectan las APH sobre la calidad de los platos preparados refrigerados a base de vegetales de invierno y verano, elegidos en función de sus características nutricionales y sensoriales, arrojando resultados significativos en la reducción de recuento de microorganismos después del tratamiento por APH de ambos platos, principalmente de enterobacteriaceae, como Salmonella spp, y Listeria monocytogenes, que estuvieron ausentes en todas las muestras analizadas. (Tecnifood)

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

## **3.2.- Efectos de las altas presiones sobre los microorganismos y los alimentos**

### **3.2.1. Efecto sobre los microorganismos.**

En general, los microorganismos Gram negativos son los más sensibles a las APH, le siguen las levaduras y mohos (se consigue su inactivación aplicando presiones del orden 300-400 MPa a temperatura ambiente) (Cheftel, 1995), los Gram positivos y por último las esporas (son muy resistentes y pueden sobrevivir a presiones de hasta 1000 MPa).

*Listeria* es un bacilo Gram-positivo pequeño (0.5-2  $\mu\text{m}$  x 0.5  $\mu\text{m}$ ), aislado o dispuesto en pequeñas cadenas, móvil a 20-25 °C y no formador de esporas. Es aeróbico y facultativamente anaeróbico, catalasa-positivo a excepción de unas pocas cepas raras, oxidasa negativa e hidroliza la esculina. *Listeria* fermenta muchos carbohidratos sin producir gas. Las cepas de *L. monocytogenes* son siempre D-xilosa negativas y productoras de lecitinasa. Generalmente son  $\beta$ -hemolíticos y L-ramnosa positivos. Las especies *monocytogenes* se divide en 13 serotipos basados en antígenos somáticos y flagelares.

El **efecto letal** que la alta presión ejerce sobre los microorganismos radica fundamentalmente en los cambios que induce en las reacciones bioquímicas, con desnaturalización de proteínas, cambios morfológicos y componentes de la membrana celular, así como aumento de la permeabilidad e inhibición de mecanismos genéticos (Hoover *et al.*, 1989). Además, varios sistemas enzimáticos son inhibidos o inactivados por la presión (Pothakamury *et al.*, 1995) (Figura 7).

### **3.1.2.- Efecto sobre los componentes de los alimentos**

En general, puede decirse que el tratamiento por APH altera mínimamente las características organolépticas y el valor nutritivo de los alimentos, en comparación con las tecnologías tradicionales de conservación (Ramírez *et al.*, 2009).

**Agua.** Disminución de volumen (4% a 100MPa, 15% a 600 MPa) y calentamiento adiabático (aumento de temperatura 2-4°-C /100MPa) (Ramírez *et al.*, 2009).

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

**Lípidos.** La temperatura de fusión aumenta con la presión de manera reversible en más de 10-15 °C por cada 100 MPa y pueden cristalizar (Buchheim *et al.*, 1992). La presión causa la formación de cristales densos y más estables, que tienen alta temperatura de fusión. Los fosfolípidos de la membrana celular también cristalizan bajo presión. Esto puede explicar algunas de las causas de *destrucción de los microorganismos*. El aumento de la presión en algunos casos puede producir un aumento de la oxidación de los lípidos insaturados del alimento. Se cree que este aumento de oxidación está relacionado con la *desnaturalización de las proteínas* causada por la presión, quedando libres iones metálicos que catalizarían la oxidación lipídica (Rovere, 1995).

**Proteínas.** Los efectos que sufren las estructuras terciarias y cuaternaria de las proteínas pueden ser reversibles, aunque dependiendo de factores como la temperatura, pH y otros, pueden tener lugar de forma irreversible, dando lugar a desnaturalización (Cheftel, 1995).

**Los hidratos de carbono** simples no resultan afectados por el tratamiento de alta presión (Cheftel, 1991). La alta presión afecta a la transición sol-gel de los polisacáridos, formándose geles bajo presión a temperaturas más bajas de las habituales (Hayashi *et al.*, 1989).

**Las enzimas.** La inactivación de enzimas no siempre es lineal, es reversible o irreversible dependiendo del tipo de enzimas, del nivel de presión y de la temperatura o del pH del medio (Morild, 1981; Rovere, 1995).

#### **4.- LEGISLACIÓN, LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS DE *Lm*.**

La Comisión Europea con la publicación del Reglamento 2073/2005 de 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios, se consigue encuadrar los límites para *Lm* y otros microorganismos que puedan suponer un riesgo para la salud pública, dando respuesta al

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

Reglamento 852/2004, de Higiene de los Productos Alimenticios, y se cumpla por los operadores de empresas alimentarias.

El Reglamento 2073/2005 se desarrolló conforme a los “Principios para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos a los alimentos”, de la Comisión del Codex Alimentarius (CAC/GL 21-1997), y al “Informe de la EFSA sobre criterios microbiológicos y objetivos de prevalencias establecidos en la legislación comunitaria”. En la aplicación de esta norma, se debe tener en cuenta que *no es una herramienta legal cerrada definitivamente*, dado que los criterios microbiológicos están sometidos a los cambios en prevalencias, al progreso de la ciencia, tecnología y metodología y a la información que resulte de la evaluación de riesgos.

En todo caso, para evitar situaciones de riesgo al consumidor (ante riesgo grave, directo o indirecto, para la salud humana) los artículos 53 y 54 del Reglamento 178/2002 son la base jurídica para la *retirada de los productos y la notificación RASFF*.

Y, por último, para facilitar a las autoridades competentes de *control oficial* la verificación del Reglamento 2073/2005, está el Reglamento 882/2004, relativa al muestreo y análisis microbiológico de productos alimenticios. Esto significa que estos criterios son exigibles contra los operadores de empresas alimentarias, que deben evaluar la necesidad y la frecuencia de muestreo y prueba, caso por caso, cuando las reglas fijas no se establecen en el Reglamento.

En el Reglamento 2073/2005 de la UE, se describen, entre otros, los siguientes temas relacionados con los criterios microbiológicos:

- Microorganismos de preocupación, toxinas y metabolitos: *Lm*, *Salmonella spp.*, *Enterobacter sakazakii*, *Escherichia coli*, enterotoxinas estafilocócicas, histamina.
- Los métodos de referencia analíticos, principalmente los métodos EN / ISO
- El plan de muestreo. **Límites de ausencia en 10 g, 25 g en *Lm*,**

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

La decisión de establecer un criterio microbiológico debe basarse en su capacidad de proteger la salud de los consumidores y debe ser técnicamente posible mediante la aplicación de buenas prácticas de fabricación.

La importancia del procesado de alta presión en los productos cárnicos radica además en que el tratamiento limita la presencia de patógenos como *Lm*. Por lo tanto, establecer un criterio microbiológico no sólo significa que el alimento debe cumplir con un límite microbiológico, sino también que el cumplimiento se verificará mediante muestras de prueba. Establecer un criterio microbiológico también implica definir las acciones que deben tomarse cuando no se cumplen los criterios.

#### **5.- UTILIZACIÓN DE LA ALTA PRESIÓN HIDROSTÁTICA EN INDUSTRIA ALIMENTARIA, CON ATENCIÓN A *Lm*.**

**El MSSSI permite el uso de alta presión hidrostática en alimentos**, ya que es un tratamiento dirigido a reducir o eliminar los microorganismos patógenos y **es la alternativa al control de *Lm*, en la industria alimentaria**, principalmente en el sector cárnico. Así el operador de empresa alimentaria deberá demostrar cuándo la APH, con consideración de **tratamiento post-letal**, se aplica en el envase final, tras el deshuese, loncheado y envasado. Para documentar la eficacia del agente o proceso antimicrobiano (p.e. secado, fermentación/secado) la empresa deberá disponer de los estudios de inhibición del crecimiento de *Lm*. durante la vida útil o bien documentar la eficacia del proceso como inhibidor del crecimiento de *Lm*. en base a las características físico-químicas del producto (pH y/o  $a_w$ ). En este último caso, la empresa no sólo presentará un histórico de determinaciones analíticas de *Lm*. y de los parámetros físico-químicos, sino que deberá contemplar en su programa analítico la verificación continuada del microorganismo y de los parámetros inhibidores que haya considerado. (MSSSI: **Revisión 1 09/02/2018**).

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

Normalmente las empresas alimentarias solicitan a INTAEX que hagan test de desafío o challenge test, para demostrar la inactivación de *Lm* tras el tratamiento y durante su almacenamiento posterior, viendo la reducción de los recuentos de listeria en los productos tratados por alta presión.

## **6.- APLICACIÓN EN EXTREMADURA. NUEVOS RETOS Y FUTURO DE LAS APH. LA TECNOLOGÍA DE ALTAS PRESIONES HIDROSTÁTICAS EN INTAEX**

La tecnología de Altas Presiones Hidrostáticas está disponible en el Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura (INTAEX), ubicado en Badajoz, el cual forma parte del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), dependiente de la Junta de Extremadura, con el objetivo de ejercer las competencias en materia de I+D+i al servicio de la industria agroalimentaria de la región.

En 2008 fue adquirido un equipo para la aplicación de tratamientos de altas presiones hidrostáticas de tipo comercial de HIPERBARIC (Wave 6000/55) (figura 2). Es un equipo industrial con una capacidad de 55 L que aplica una presión máxima de 600 MPa. Este equipo se complementa a la perfección con otro equipo multivasija de RESATO, adquirido en 2010, que aplica de forma combinada presión (hasta 1000 MPa) y temperatura (máximo 120 °C) siendo este último un equipo para realizar trabajos de investigación. Esta dotación de equipos es única en toda la Península Ibérica y es uno de los pocos centros a nivel mundial que cuentan con estos equipos.

La alimentación del futuro exigirá alimentos ya preparados, de buena calidad, que mantengan al máximo las características tradicionales de recién preparados o frescos. Por esta razón, en el INTAEX se está investigando la aplicación de los tratamientos de altas presiones en múltiples productos (productos hortofrutícolas, lácteos y cárnicos), con el fin de conseguir la máxima calidad nutritiva y sensorial, así como mejorar la seguridad alimentaria de los productos tratados que llegan al mercado.



Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

## **7.- CONCLUSIONES**

Se están desarrollando importantes **programas de investigación** sobre esta tecnología en Europa, Japón, Estados Unidos y América Latina. Sus resultados han demostrado que con tratamientos de APH se pueden obtener **hasta cinco reducciones decimales en los microorganismos** que causan el deterioro de alimentos, así como en patógenos tales como *Lm*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella typhimurium*, *S. enteritidis* y *Staphylococcus aureus* (Metrick *et al.*, 1989; Styles *et al.*, 1991; Patterson *et al.*, 1995a, b; Arroyo *et al.*, 1997; Stewart *et al.*, 1997; Ponce *et al.*, 1998; Ponce *et al.*, 1999; Buzrul y Alpas 2004).

La tecnología de alta presión hidrostática (APH) se considera una de las **más viables económicamente**, dentro de las tecnologías no térmicas, y permite la obtención de alimentos seguros y saludables con una elevada calidad sensorial y organoléptica.

Además, los estudios de bioequivalencia nutricional y toxicología realizados sobre los alimentos de V Gama, tratados por altas presiones, demuestran que se trata de una tecnología que **altera de forma mínima las propiedades nutricionales** de los alimentos, debido principalmente a que la cantidad de energía aportada al alimento por la presurización es muy pequeña y no se alteran los enlaces covalentes en los componentes nutricionales, permite aumentar la vida útil del producto manteniendo su frescura, calidad sensorial y nutricional, postulándose como una alternativa eficaz a los conservantes y aditivos. Se mantiene la textura y el aroma original tras el cocinado, se mantiene la actividad antioxidante tras el cocinado, sin aditivos y gran seguridad alimentaria.

Jamón loncheado, cortes de pollo, platos listos para su consumo, productos **V Gama** o incluso piezas completas de jamón, son tan sólo algunos de los ejemplos de productos procesados por alta presión que pueden encontrarse actualmente en el mercado, **alimentos de alta calidad que están preparados y prácticamente listos para el consumo, manteniendo todas sus cualidades organolépticas y nutritivas.**

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

Aunque inicialmente la aplicación de las altas presiones fue la extensión de la vida comercial de alimentos, en la actualidad tienen un **enorme potencial en la transformación y la elaboración de diversos productos novedosos e innovadores.**

Los productos cárnicos y sus derivados han sido los principales beneficiados de este tratamiento durante los últimos años. La importancia del procesado de alta presión en los productos cárnicos radica además en que el tratamiento **limita la presencia de patógenos como *Lm*, consiguiendo el objetivo principal, mejorar la Seguridad Alimentaria.**

Asimismo, se espera también adquirir más experiencia en la aplicación por los operadores económicos y el control del cumplimiento por parte de las autoridades competentes del Reglamento 2073/2005.

## **8.- AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo de fin de Diplomado en Salud Pública ha sido realizado íntegramente gracias a Rosario Ramírez Bernabé y Jesús Javier García Parra, del Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura (INTAEX), CICYTEX (Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura), Junta de Extremadura.

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

## **9.- BIBLIOGRAFÍA**

### **INFORMES TÉCNICOS**

- Arroyo, G., Sanz, P.D. y Prestamo, G. (1997). Effect of high pressure on the reduction of microbial populations in vegetables. *Journal of Applied Microbiology*. 82, 735-742.
- B.M. Mackey et al. (2002). The effect of high hydrostatic pressure on *Salmonella Thompson* and *Listeria monocytogenes* examined by electron microscopy. *Letters in Applied Microbiology*; Volume 19, Issue 6, pages 429-432.
- Buchheim, W. & El Nour, A. M. A. (1992). Induction of milk fat crystallization in the emulsified state by high hydrostatic pressure. *Fett Wissenschaft Technologie*, 94, 369-373.
- Buzrul, S. y Alpas, S. (2004). Modeling the synergistic effect of high pressure and heat on inactivation kinetics of *Listeria innocua*: a preliminary study. *FEMS Microbiol. Lett.* 238, 29-36.
- Cheftel, J. C. (1991). High pressure applications in food technology. *Industries Alimentaires et Agricoles*, 108(3), 141-153.
- Cheftel, J. C. (1995). High pressure, microbial inactivation and food preservation. *Comptes Rendus de l'Academie d'Agriculture de France*, 81(1): 13-38.
- Cheftel J., Culioli J. (1997). Effects of high pressure on meat: A review. *Meat Science* 46(3):211-236.
- Development of a cream Ponce, E., Beltrán, E., Sendra, E., Mor-Mur, M., Guamis, B. & Pla, R.(1999). Development of a caramel by high hydrostatic pressure at low temperature. *Advances in High Pressure Bioscience and Biotechnology*, 341-344.
- Hayashi, R. (1989a). Use of high pressure in food. San-Ei Shuppan Co., Kyoto. Hayashi, R. (1992). Utilization of pressure in addition to temperature in food science and technology. In C.

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

Balny, R. Hayashi, K. Heremans, & P. Masson (Eds.), High pressure and biotechnology (pp. 195–209). Montrouge, France: Colloque. Inserm/John Libbey Eurotext.

- Hayashi, R. (1989). Application of high pressure in food processing and preservation. En Spies W. y Schubert, H. (Eds), Engineering on food. 2 (pp 815-826). London: Elsevier Appl. Sci.
- Hite, BH. (1899). The effects of pressure in the preservation of milk. Bulletin West Virginia University Agricultural Experiment Station, Morgantown. 58, 15-35.
- Hite, B. H. 1899. The effects of pressure in the preservation of milk. Morgantown. Bull WV Univ Agric Exp Sta Morgantown, 58. 15-35.
- Hoover, D. G., Metrick, C., Papineau, A. M., Farkas, D. F., & Knorr, D. (1989). Biological effects of high hydrostatic pressure on food microorganisms. Food Technology, 43, 99–107.
- Hoover, D. G. (1997). Minimally processed fruits and vegetables: reducing microbial load by nonthermal physical treatments. Food Technol. 51, 66-71.
- Hugas M., Garriga M., Monfort J.M. (2002). New mild technologies in meat processing: high pressure as a model technology. Meat Science 62, 359-371.
- Metrick, C., Hoover, D.G. y Farkas, D.F. (1989). Effects of high hydrostatic pressure on heatresistant and heat-sensitive strains of Salmonella. J. Food Sci. 54, 1547-1549.
- Morild E. (1981). The theory of pressure effects on enzymes. Advances in Protein Chemistry, 34, 93-165.
- Oey, I., Lille, M., Van Loey, A. y Hendrickx, M. (2008b). Effect of high pressure processing on colour, texture and flavor of fruits and vegetables based food products. A review Trends in Food Science & Technology. 19, 320-328.

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

- Patterson, M.F., Quinn, M., Simpson, R. y Gilmour A. (1995a). Effect of high pressure on vegetable pathogens. En Ledward, D. A., Johnston, D. E., Earnshaw, R. G. y Hasting, A. P. M. (Eds.), High pressure processing of foods (pp. 47-63). Loughborough, UK: University Press.
- Patterson, M.F., Quinn, M., Simpson, R. y Gilmour, A. (1995b). Sensitivity of vegetative pathogens to high hydrostatic pressure treatment in phosphate buffered saline and foods. *Journal of Food Protection*. 58, 524-529.
- Ponce, E., Beltrán, E., Sendra, E., Mor-Mur, M., Guamis, B. & Pla, R. (1999).
- Ponce, E., Pla, R., Capellas, M., Guamis, B. y Mor-Mur, M. (1998). Inactivation of *Escherichia coli* inoculated into liquid whole egg by high hydrostatic pressure. *Food Microbiology*. 15, 265-272.
- Ponce, E., Pla, R., Sendra, E., Guamis, B. y Mor-Mur, M. (1999). Destruction of *Salmonella enteritidis* inoculated in liquid whole egg by high hydrostatic pressure: comparative study in selective and non-selective media. *Food Microbiology*. 16,357-365.
- Pothakamury, U. y Barbosa-Gnovas, G.V. (1995). Review Fundamental aspects of controlled release in foods.
- Ramírez, R., Saraiva J., Pérez Lamela, C., Torres, J.A. (2009). Chemical changes of food quality after pressure assisted treatment processing. *Food Engineering Reviews* (submitted).
- Ramirez, R., Saraiva, J.A., Perez Lamela, C. y Torres, J.A. (2009). Reaction kinetics analysis of chemical changes in pressure-assisted thermal processing, PATP. *Food Eng. Rev.* 1, 16-30.
- Rovere, P. (1995). The third dimension of food technology. *Technologie alimentari*, 4, 64-78.
- Sangronis, E., Pothakamury, U., Ramos, A. M., & Barbosa-Cánovas, G. V. (1997). La alta presión hidrostática: una alternativa en el procesamiento no térmico de alimentos. *Alimentaria* 35, 33-43.

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

- Stewart, M.F., Jewett, F.F., Dunne, C.P. y Hoover, D.G. (1997). Effect of concurrent high hydrostatic pressure, acidity and heat on the injury and destruction of *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Safety*. 17, 23-26.
- Styles, M.F., Hoover D.G. y Farkas, D.F. (1991). Response of *Listeria monocytogenes* and *Vibrio parahaemolyticus* to high hydrostatic pressure. *Journal of Food Science* 56, 1404-1407.
- Styles, M.F., Hoover D.G. y Farkas, D.F. (1991). Response of *Listeria monocytogenes* and *Vibrio parahaemolyticus* to high hydrostatic pressure. *Journal of Food Science* 56, 1404-1407.

## **TESIS DOCTORALES Y OTROS ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN**

- Altas Presiones: Innovación y aplicación industrial, del CNTA Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria.
- Estudios de vida útil sobre *Listeria monocytogenes* en alimentos listos para el consumo alimentos. Eurl Lm, Documento de Orientación Técnica. Versión 3 - 6 de junio de 2014
- Márquez García, R. Rosario Ramírez Bernabé (Dir), Jonathan Delgado Adámez(Dir). M<sup>a</sup> Josefa Bernalte García(Dir). Máster Universitario en Gestión de Calidad y Trazabilidad e Alimentos De Origen Vegetal. Universidad De Extremadura. Escuela de Ingenierías Agrarias Septiembre 2013
- Masegosa Durán, R. TRABAJO DE MADUREZ TECNOLÓGICA. Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura (INTAEX). Octubre 2011
- Prácticas área cárnicos 2º INA Dra. Rosario Ramírez Bernabé. Instituto Tecnológico Agroalimentario (INTAEX). Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX)
- Tratamiento por Altas Presiones Hidrostáticas Alternativas de Control de *Listeria monocytogenes* (EEUU), del MSSSI. (Revisión 1 09/02/2018)

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

## ENTIDADES

- Agencia española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. AECOSAN.  
<http://www.aecosan.msssi.gob.es>
- Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) - Europa EU.  
[https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/efsa\\_es](https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/efsa_es)
- CICYTEX- Centro de Investigaciones Científicas Y Tecnológicas de Extremadura.  
<http://www.cicytex.juntaex.es>
- Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura INTAEX.  
[cicytex.juntaex.es/es/centros/intaex](http://cicytex.juntaex.es/es/centros/intaex)
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. MSSSI.  
<https://www.msssi.gob.es/>
- NC HYPERBARIC S.A., Burgos.  
[www.hiperbaric.com](http://www.hiperbaric.com)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación – FAO.  
[www.fao.org/home/es/](http://www.fao.org/home/es/)

## ARTÍCULOS DE REVISTAS

- Alimentaria, junio 2010, página 78-83
- Biocontrol en fermentación láctea. Nuevas tecnologías de procesado de alimentos: altas presiones
- Cárnica 2000, marzo 2016. nº 377, Páginas 20-25.
- Eroski Consumer. Guía de los alimentos. Hortalizas y verduras.  
<http://verduras.consumer.es/documentos/>
- Eurocarne, julio-agosto, Nº 238, páginas 54-60

Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

- Eurocarne, , diciembre 2011, nº 202, páginas 54-59
- Interempresas, Tecnologías emergentes de procesado de alimentos: altas presiones hidrostáticas, página 54-59
- RITECA, noviembre 2013, , nº1, página 4-8
- Tecnifood, , mayo-junio 2013, nº 87, páginas 58-61
- Tecnología de la carne, Diciembre 2011, nº 202, página 54-59
- Sólo Cerdo Ibérico, octubre 2009, página 93-102
- Sólo Cerdo Ibérico, abril 2012, nº 27, página 43-64

## **LEGISLACIÓN**

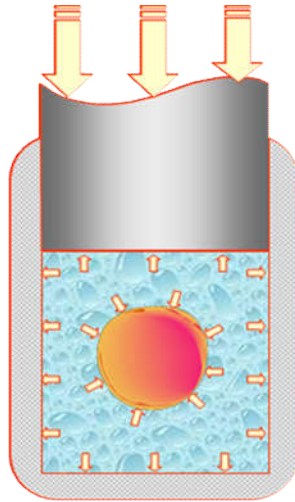
- Reglamento (CE) Nº 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 28 de enero de 2002 por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria. DO L31/1, del 1/02/2002.
- Reglamento (CE) Nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios. DO L139/1, del 30/04/2004
- Reglamento (CE) Nº 882/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 sobre los controles oficiales efectuados para garantizar la verificación del cumplimiento de la legislación en materia de piensos y alimentos y la normativa sobre salud animal y bienestar de los animales (DO L 191 de 28.5.2004)
- Reglamento (CE) Nº 2073/2005 de la Comisión de 15 de noviembre de 2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios. DO L 338/1, del 22/12/2005.



Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

## **10.- ANEXOS**

**Figura 1. Esquema de aplicación de altas presiones.**



FUENTE: Guelph Food Technology Centre, GFTC On-Line Newsletter: September 2000,  
<http://www.gftc.ca/newslett/2000-09/highpres.htm>

**Figura 2. Equipo de tratamiento de APH Wave 6000/55 (Hiperbaric).**



Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

**Figura 3. Productos cárnicos de V Gama procesados por altas presiones.**



**Figura 4. Productos lácteos procesados por altas presiones.**



**Figura 5. Productos vegetales y de V Gama procesados por altas presiones.**



Trabajo Práctico: *Aplicación de altas presiones para mejorar la seguridad alimentaria y prolongar la vida útil de platos preparados listos para consumir.*

**Figura 6. Productos de la pesca procesados por altas presiones.**

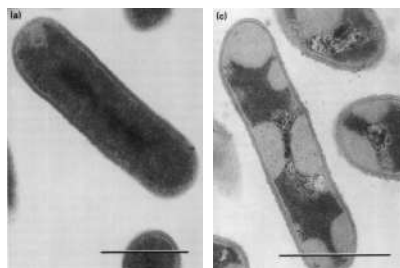


**Figura 7. *Listeria monocitogenes*.**

***Listeria monocitogenes***



***L m* en jamón curado**



**No tratado**

**500 MPa - 10 min**

**Fotos en microscopía electrónica de *L. monocitogenes* (Mackey et al.1994)**