

# Bases generales de la aplicación de la tecnología de alta presión

Jesús Javier García Parra



CENTRO DE INVESTIGACIONES  
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
DE EXTREMADURA



**Interreg**  
España - Portugal



**inoace**



INVESTIGACIÓN - INNOVACIÓN - TECNOLOGÍA - EMPRENDIMIENTO  
INVESTIGAÇÃO - INOVAÇÃO - TECNOLOGIA - EMPREENDEDORISMO



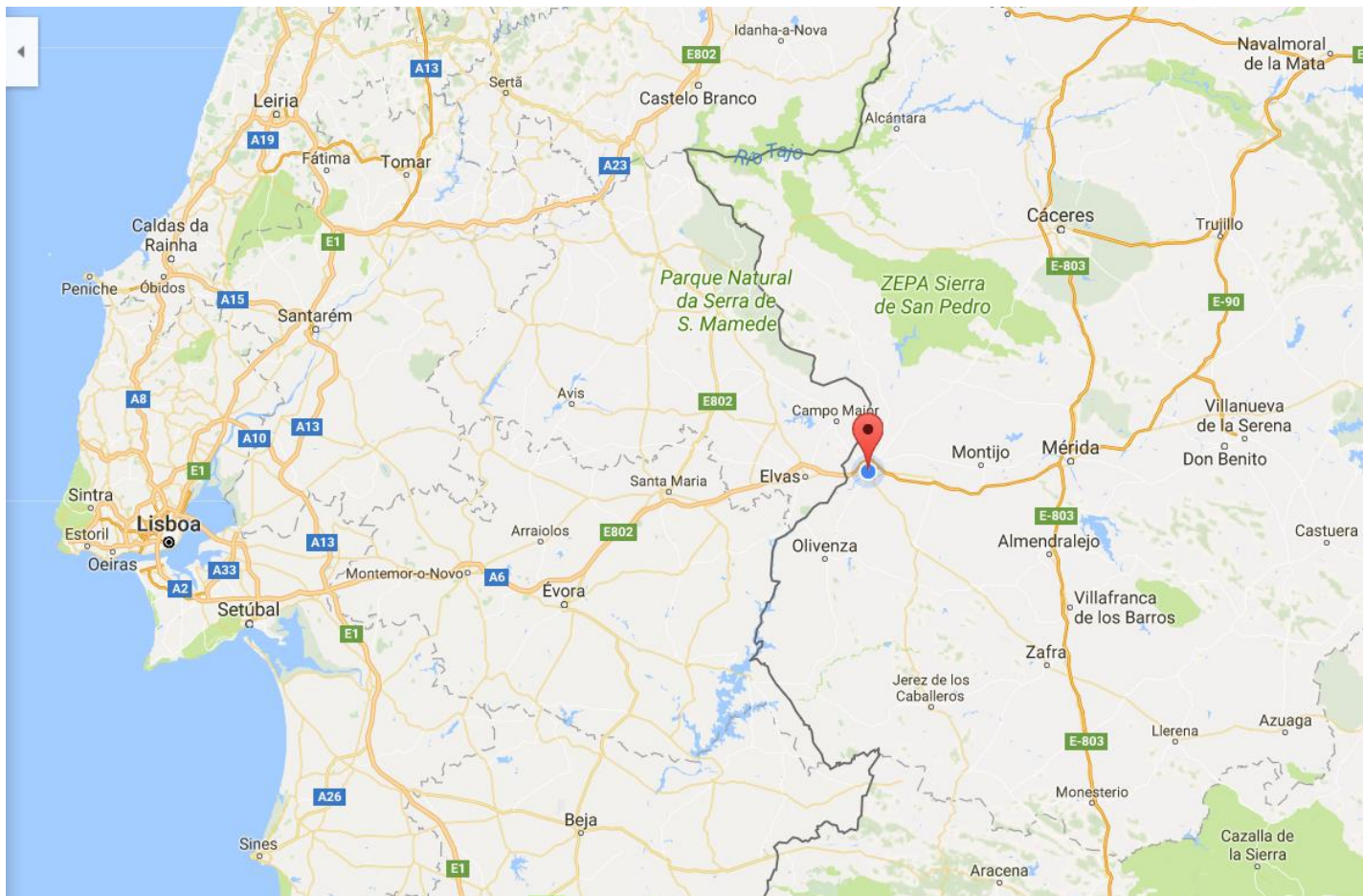
CICYTEX-INTAEX  
28-05-2019

# CICYTEX

## Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura

Coordinar la labor investigadora en el ámbito de la agricultura, la ganadería, la agroalimentación y la dehesa en Extremadura.





## Instituto tecnológico agroalimentario de Extremadura (INTAEX)

Avenida Adolfo Suárez, s/n, CP. 06071 Badajoz.

Coordenadas GPS:

- Decimal (DDD): 38.894807, -6.969773
- Grados, Minutos y Segundos (DMS): +38° 53' 41.3052", -6° 58' 11.1822"

# INFRAESTRUCTURA

## PLANTAS PILOTO

- Productos cárnicos
- Vegetales y conservas
- Almazara
- Lácteos
- **Altas presiones**



## LABORATORIOS

- General
- Biotecnología
- Microbiología
- Calidad de alimentos



## DEMANDA DE LOS CONSUMIDORES



## DEMANDA DE LOS CONSUMIDORES



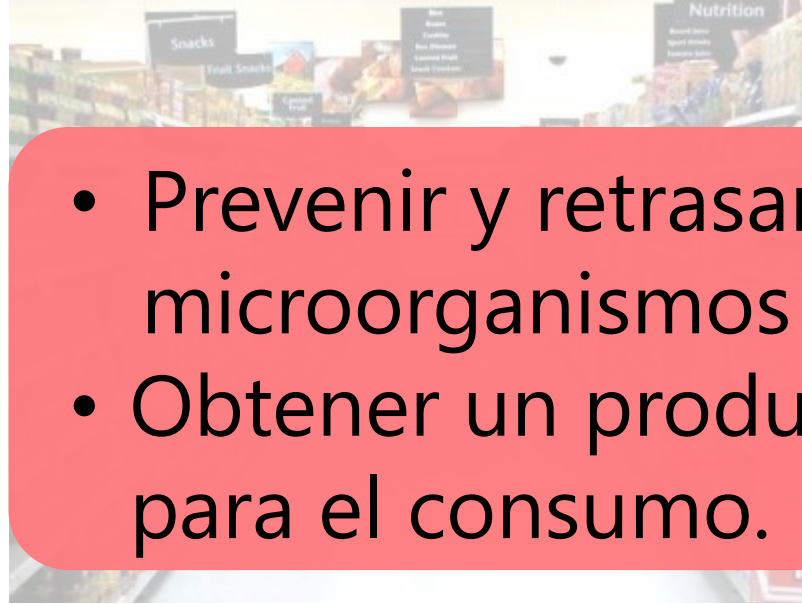
## GAMA DE PRODUCTOS

Gran parte de los productos que consumimos están tratados térmicamente: pasteurización-esterilización



## GAMA DE PRODUCTOS

Gran parte de los productos que consumimos están tratados térmicamente: pasteurización-esterilización



- Prevenir y retrasar daño causado por microorganismos alterantes.
- Obtener un producto de larga vida útil para el consumo.

- Mínima alteración color y propiedades organolépticas.
- Mantener las propiedades nutricionales del alimento.

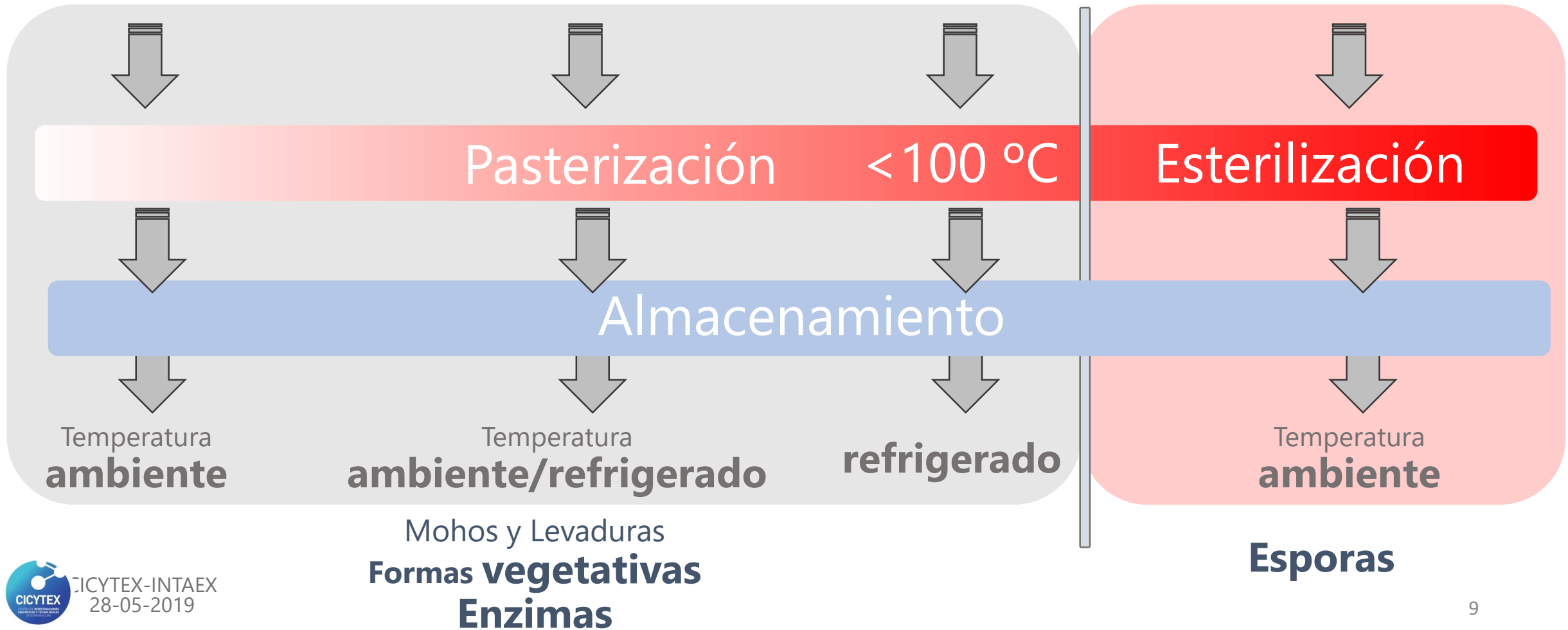




Muy **ÁCIDOS**  
**pH < 3,5**

**ÁCIDOS**  
ACIDIFICADOS  
**3,5 < pH < 4,5**

**PERECEDEROS**  
**pH > 4,6**



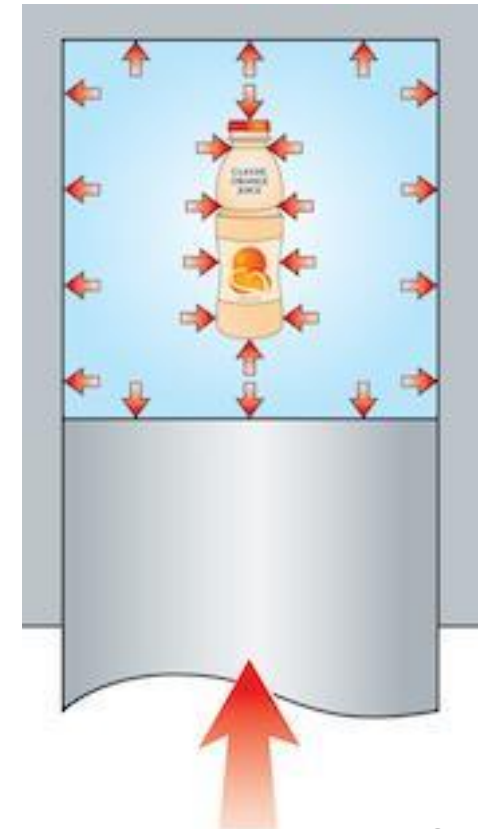
# QUÉ ES LA ALTA PRESIÓN Y EN QUÉ CONSISTE?

## TECNOLOGÍA DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

Los alimentos, ya envasados, se someten a PRESIONES ISOSTÁTICAS transmitidas por el AGUA, manteniendo el producto a TEMPERATURA AMBIENTE.



***"Pasteurización en frío"***

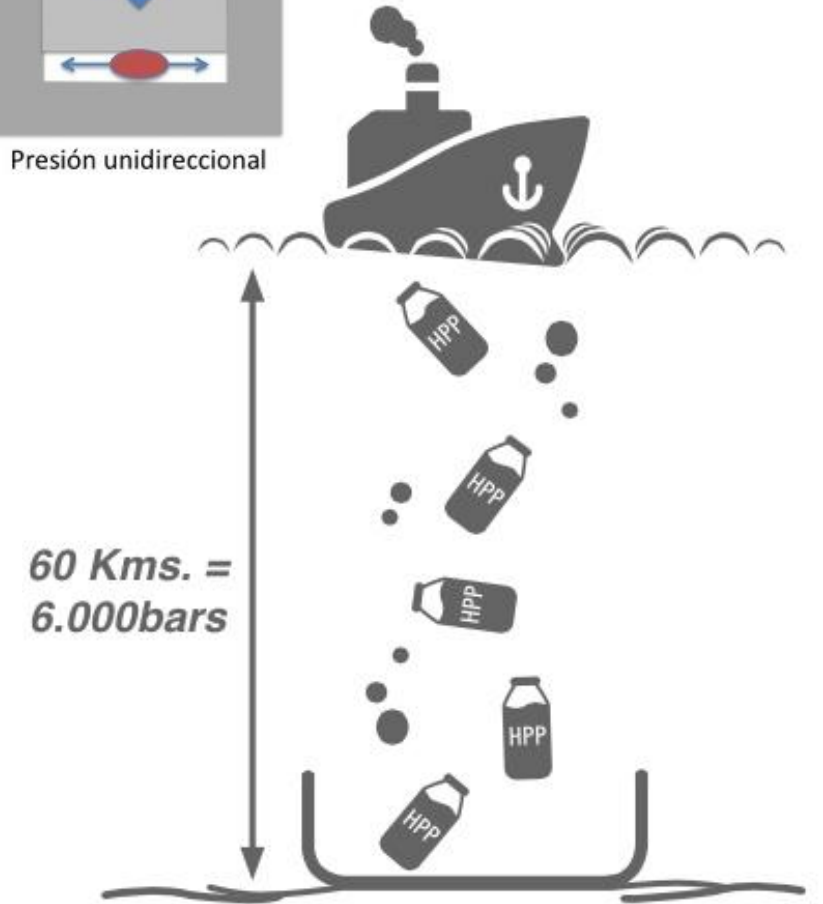
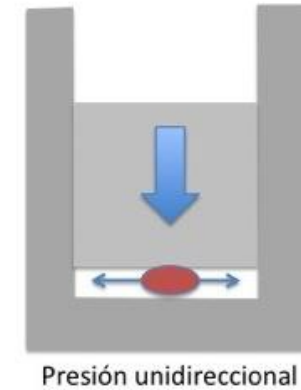
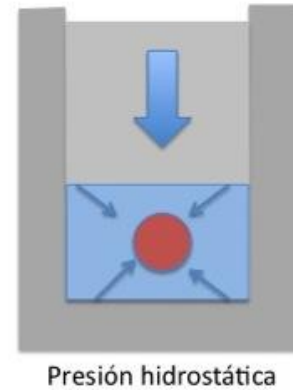


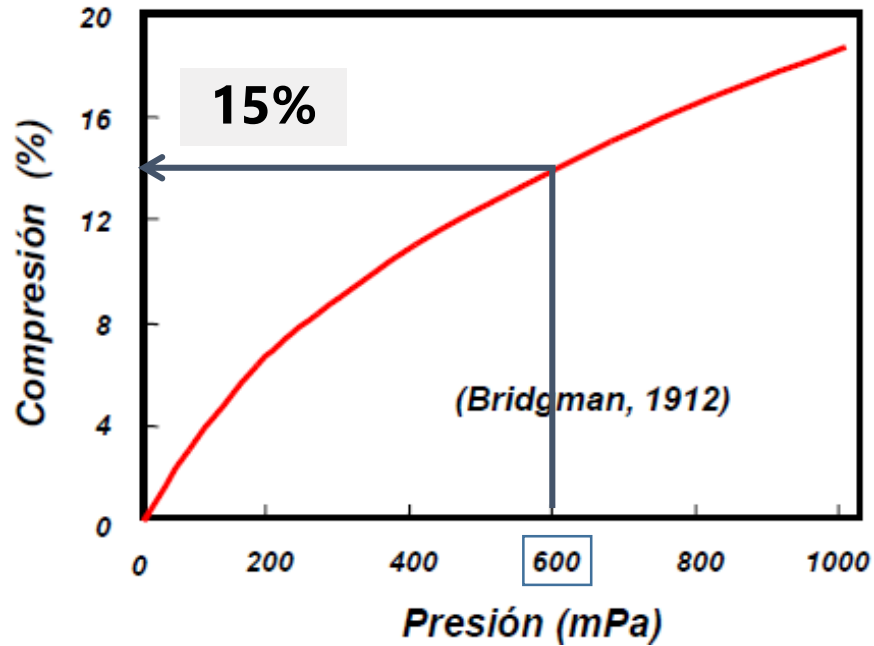
## CARACTERÍSTICAS DE LA PRESIÓN APLICADA

La presión aplicada a los alimentos es:

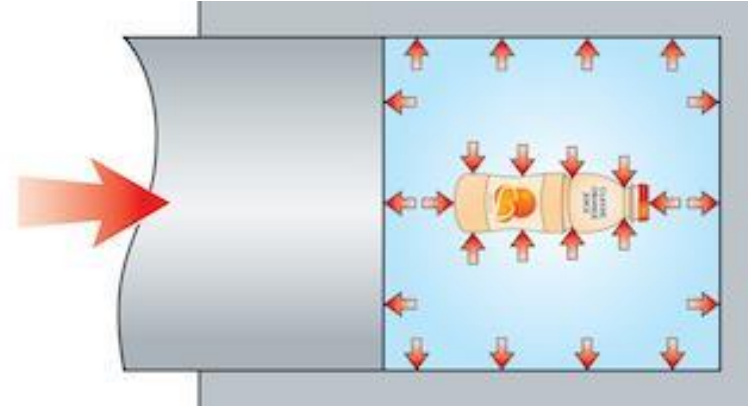
- Isostática, en todas direcciones a la vez
- Uniforme
- Casi instantánea
- Independiente de forma y tamaño del envase

**La industria de alimentos utiliza presiones entre  
300 y 600 MPa**





**Envases flexibles**



Al aumentar la presión se produce un incremento de temperatura.

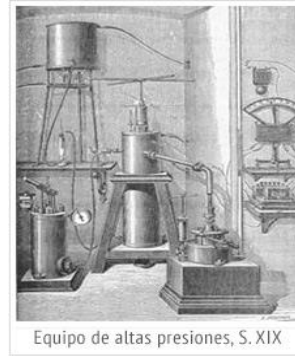
### CALENTAMIENTO ADIABÁTICO

| Alimento     | Incremento T <sup>a</sup> (°C) por 100 MPa (25°C) |
|--------------|---|
| Zumo naranja | 2,6-3,0   |
| Aceite oliva | 6,3-8,7   |
| Leche        | 3,2   |
| Agua         | 3,0   |

## 1895-99 (EE.UU.)

### Primeros estudios:

H. Royer (bacterias),  
Bert H. Hite (leche, carne, vegetales).



## 1990 (Japón)

### Primeros productos comerciales:

*Meidi-ya* (mermeladas de frutas y salsas vegetales).



## 1998 (España)

### Primer producto cárnico comercial:

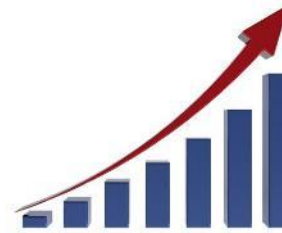
*Espuña* (jamón cocido loncheado tratado por HHP).



✓ **Desconocida**



✓ **En constante auge**



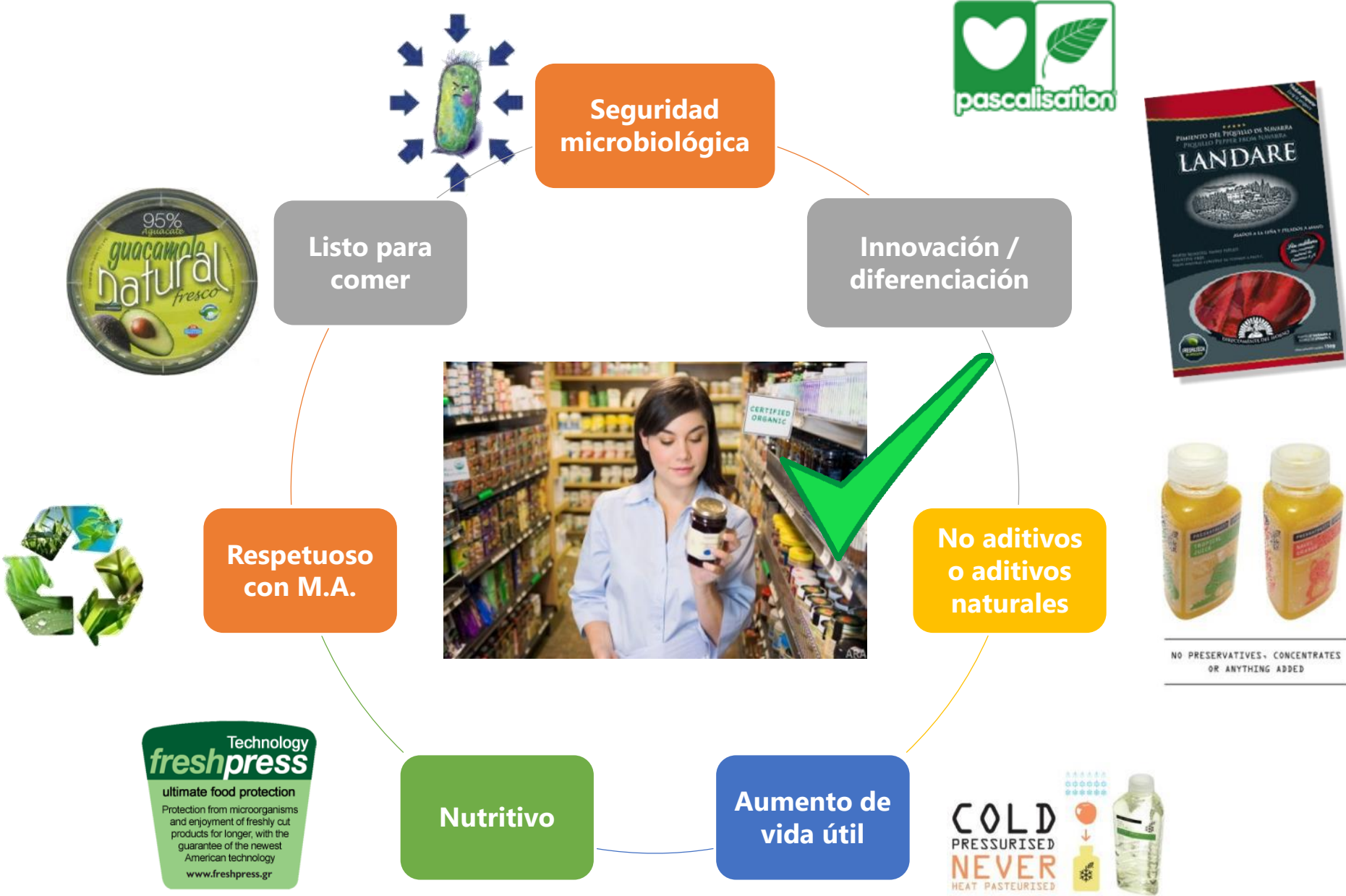
✓ **Alternativa**



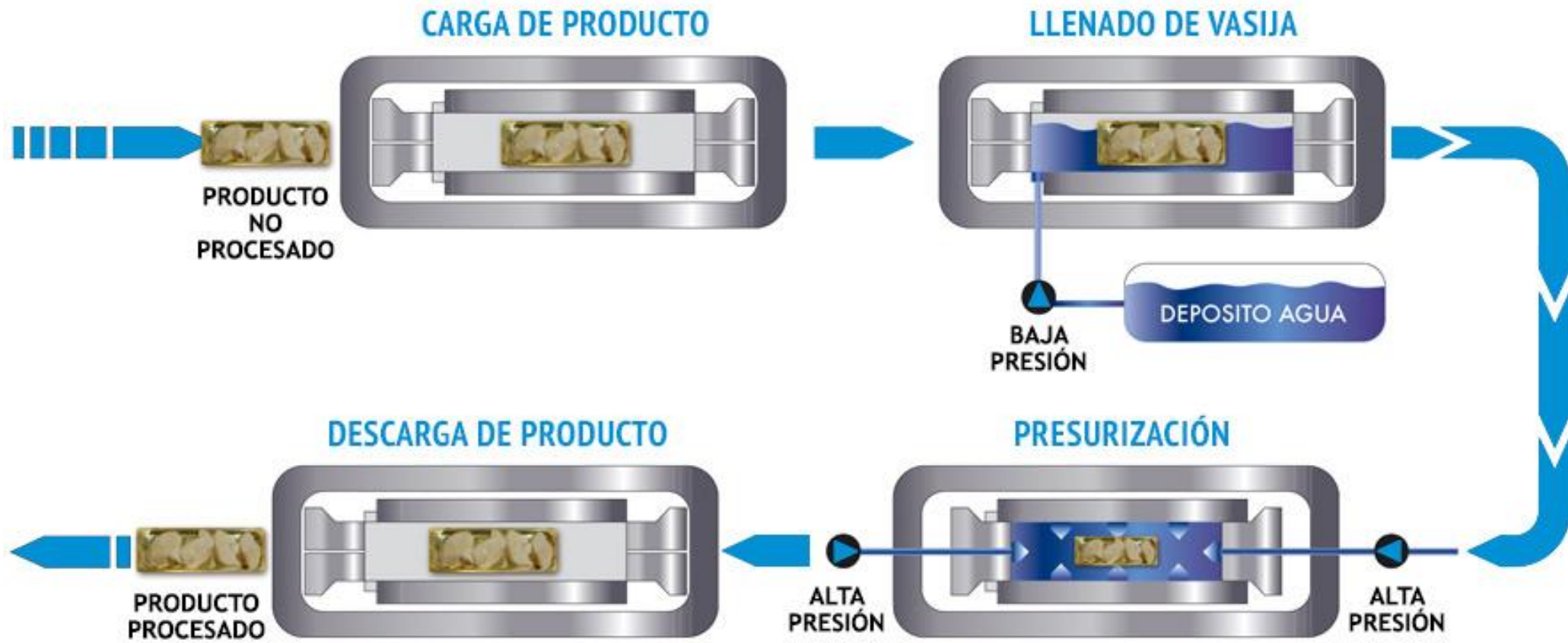
✓ **Tecnología ~~novelosa~~**



# PRINCIPALES VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE ALTAS PRESIONES



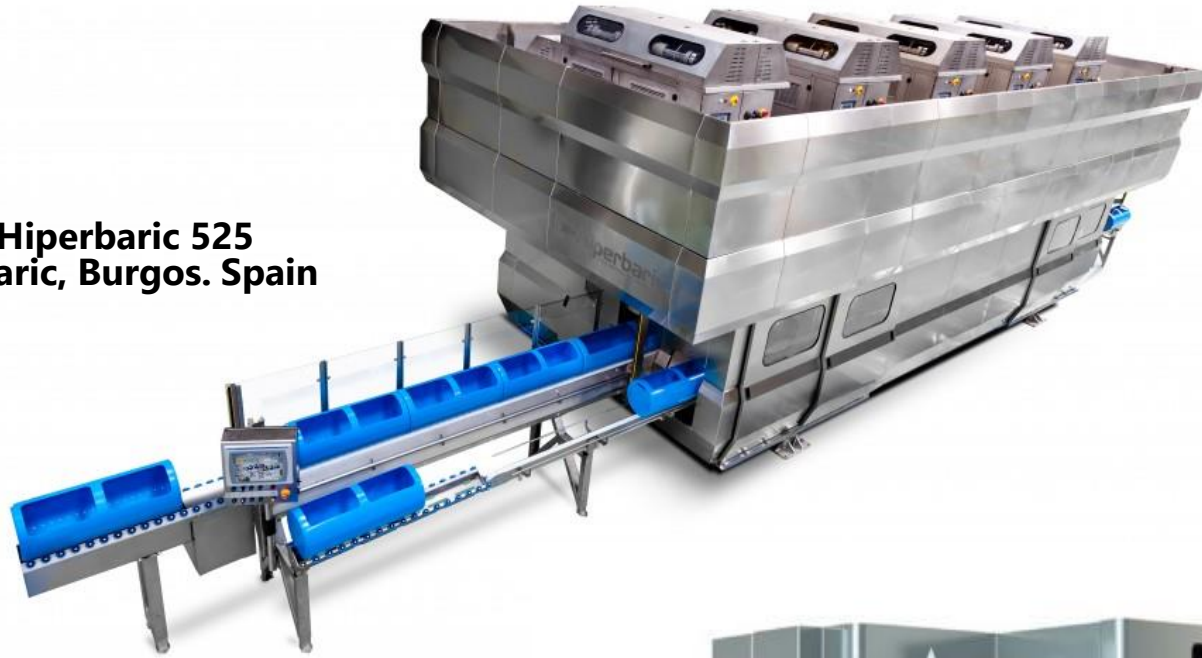
# FUNCIONAMIENTO DE UN EQUIPO APH





## EJEMPLOS DE EQUIPOS COMERCIALES

**Model Hiperbaric 525**  
Hiperbaric, Burgos. Spain

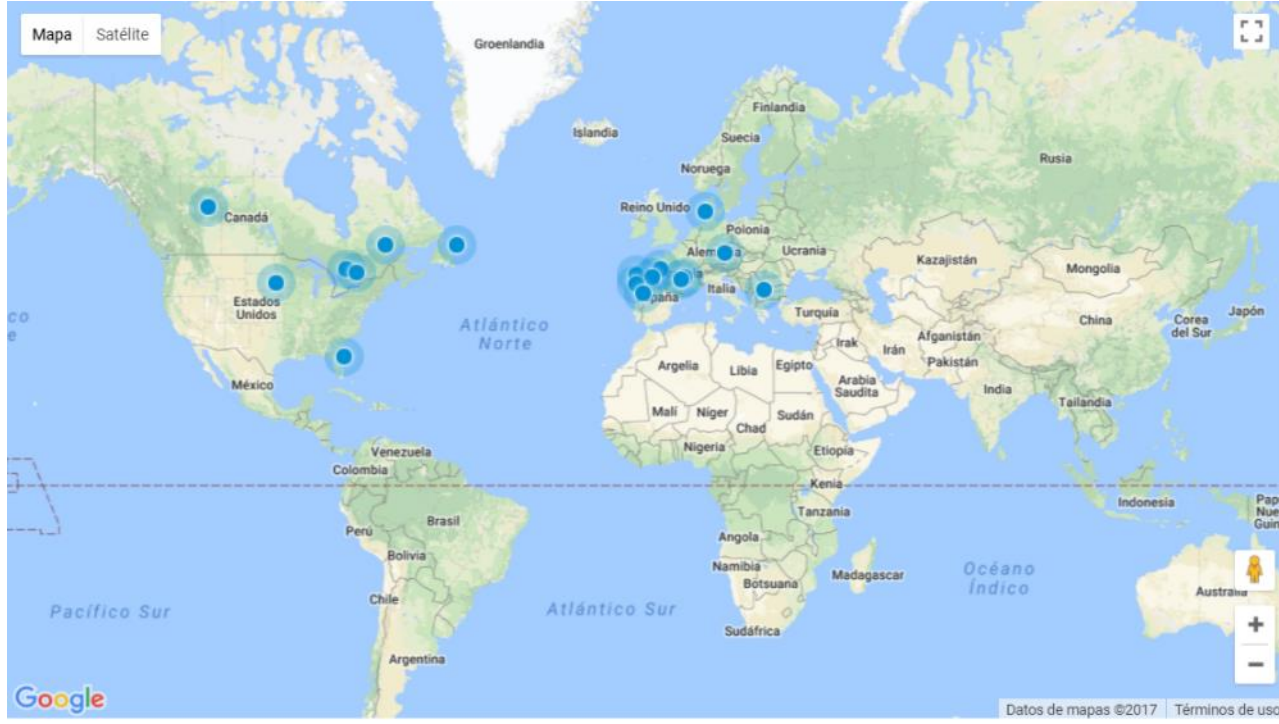


**Model S-IL-110-625-08-W**  
Stansted Fluid Power Ltd, Essex. UK.



**Model AV-10**  
Avure Technologies, Kent, WA, USA

# CENTROS DE INVESTIGACIÓN QUE DISPONEN DE APH



# Equipo semiindustrial Hyperbaric Wave 6000/55

- Capacidad 55 L
- Presión: 6000 bar



Investigación

Empresas: estudios de mercado, desarrollo de productos, etc.

# Efecto de la aplicación de Altas Presiones

## MICROORGANISMOS

- Desnaturalización membrana
- Cambios morfológicos
- Modificación fracción lipídica

## COMPUESTOS BIOACTIVOS

- Vitaminas
- Pigmentos
- Polifenoles

## PROTEÍNAS/ENZIMAS

- Pérdida de estructura 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup>.
- Gelificación
- Pérdida actividad enzimática

## Vaso de poliuretano, 276 MPa

El vaso está compuesto principalmente por aire el cual se comprime con la presión



## Fruta en almíbar, 552 MPa

En sistemas acuosos como los alimentos, la presión causa un daño mínimo



Poco efectivo en alimentos con bajo contenido en agua ( $a_w \approx 0.80$ )



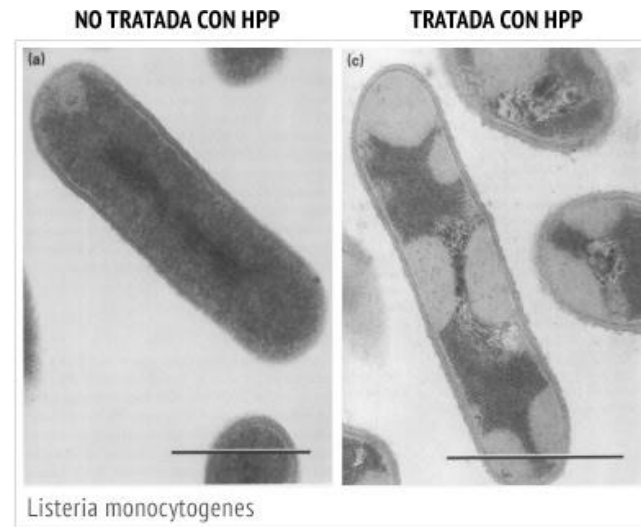
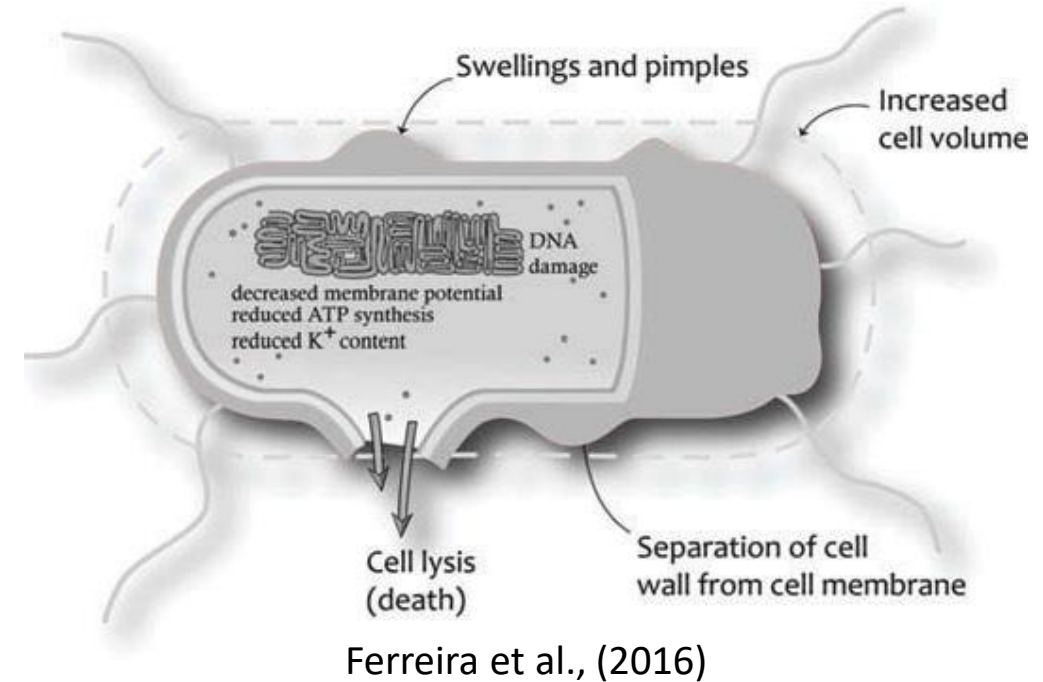
### CAMBIOS MORFOLÓGICOS Y COMPONENTES DE LA MEMBRANA CELULAR

- Aumento permeabilidad
- Compresión de vacuolas gaseosas
- Alargamiento celular
- Separación membrana pared celular

### ALTERACIÓN REACCIONES BIOQUÍMICAS

- Desnaturalización proteínas y enzimas

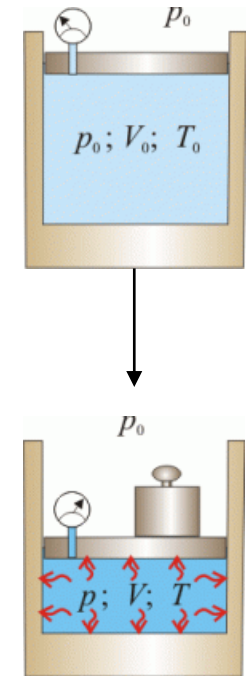
### INHIBICIÓN MECANISMOS GENÉTICOS



*L. monocytogenes* a 500 MPa/10 min  
(Mackey et al., 1994)

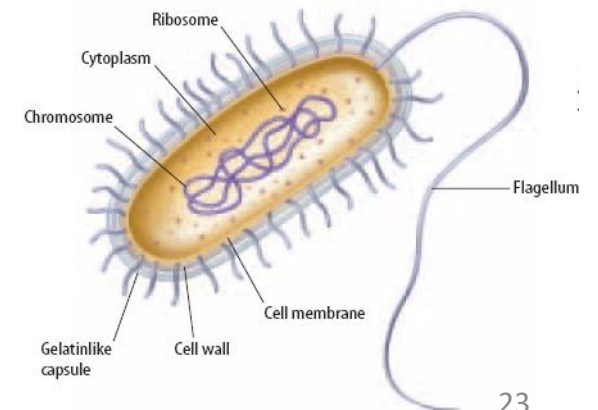
### Agua:

- Disminución de volumen (4% a 100MPa, 15% a 600MPa)
- Calentamiento adiabático (aumento de temperatura 2-4°C /100MPa)



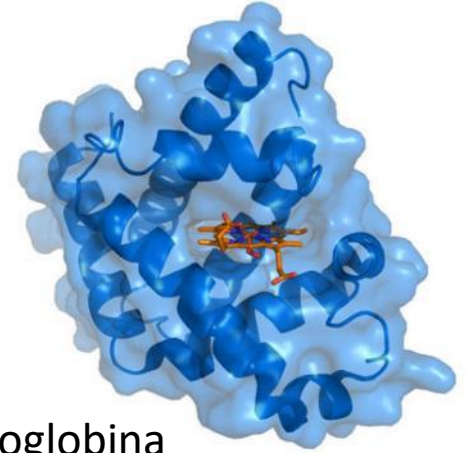
### Lípidos:

- T de fusión aumenta más de 10-15°C por cada 100 MPa: Cristalización de lípidos
- Oxidación de lípidos insaturados por aumento de la presión

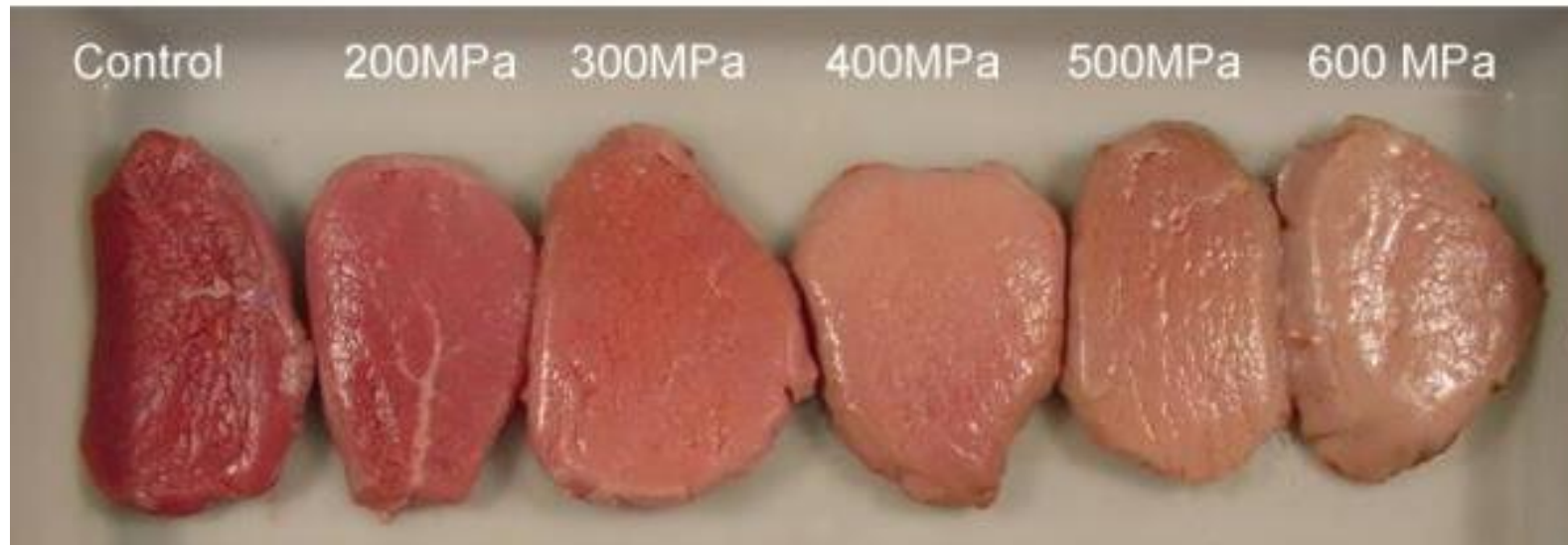


## Proteínas. Modificación estructura 3ª y 4ª.

- Desnaturalización de mioglobina
- Inactivación de enzimas: no siempre es lineal



Mioglobina





## PRODUCTOS COMERCIALES DE CONSUMO DISPONIBLES



Foie-gras  
Martiko, España



Lonchas fiambre  
CAMPOFRIO ALIMENTACION S.A., España



Mortadela ahumada  
MRM, España



Fajitas de pollo  
Fresherized Foods, USA



Choricitos Tapas al Minuto  
Esteban España, España



## PRODUCTOS COMERCIALES DE CONSUMO DISPONIBLES



Zumos de diferentes variedades de manzana  
Coldpress, Reino Unido



Zumo de Brócoli y manzana  
Beskyd frycovid, República Checa



Zumos  
Preshafruit, Australia



Puré frutas  
Sonatural  
Frubaca. Alcobaca, Portugal



100% agua de coco  
Harmless harvest, USA.

## PRODUCTOS COMERCIALES DE CONSUMO DISPONIBLES



Bebida de Calostro

New Image International Limited., Nueva Zelanda



Guacamole

Mercadona, España



Arándanos

Chic Foods, China



Relleno Sandwich

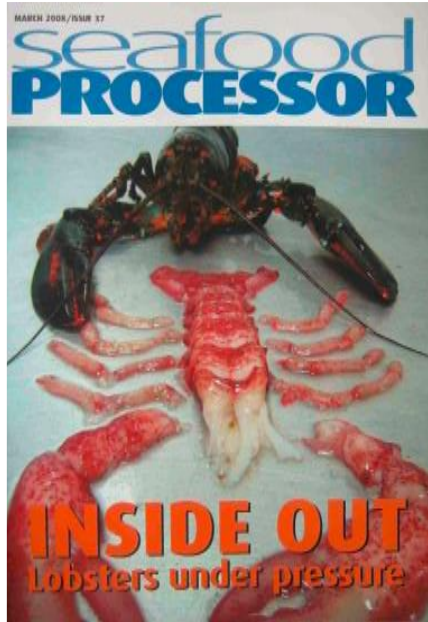
Rodilla, España



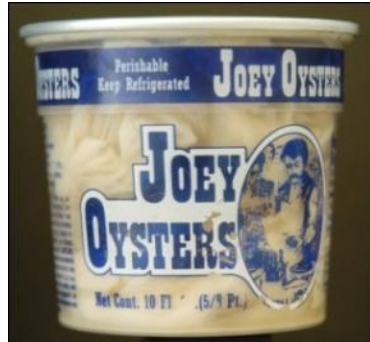
Salsas

SimplyFresco, Texas. USA:

## PRODUCTOS COMERCIALES DE CONSUMO DISPONIBLES



Extracción de carne de crustáceos



Apertura de moluscos





## INVERSIÓN INICIAL ALTA

- Alquiler maquinaria y/o proceso

Rodilla

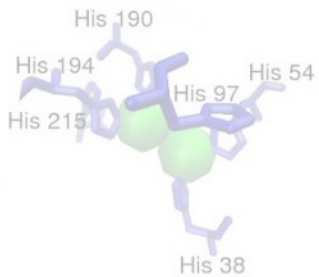
Campofrio

España

MRM

## NO DESTRUYE ESPORAS

- Esterilización
- Aplicación conjunta Temperatura-Presión (High-pressure Thermal processing)



## INACTIVACIÓN/ACTIVACIÓN PARCIAL DE ENZIMAS

- PolifenolOxidasa (PPO)



## INVERSIÓN INICIAL ALTA

- Alquiler maquinaria y/o proceso

Rodilla

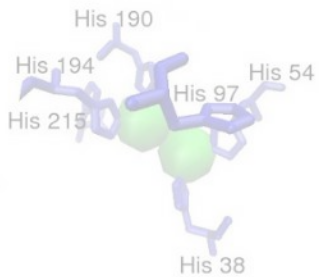
Campofrio

España

MRM

## NO DESTRUYE ESPORAS

- Esterilización
- Aplicación conjunta Temperatura-Presión (High-pressure Thermal processing)



## INACTIVACIÓN/ACTIVACIÓN PARCIAL DE ENZIMAS

- PolifenolOxidasa (PPO)



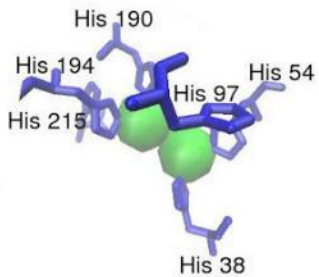
## INVERSIÓN INICIAL ALTA

- Alquiler maquinaria y/o proceso



## NO DESTRUYE ESPORAS

- Esterilización
- Aplicación conjunta Temperatura-Presión (High-pressure Thermal processing)



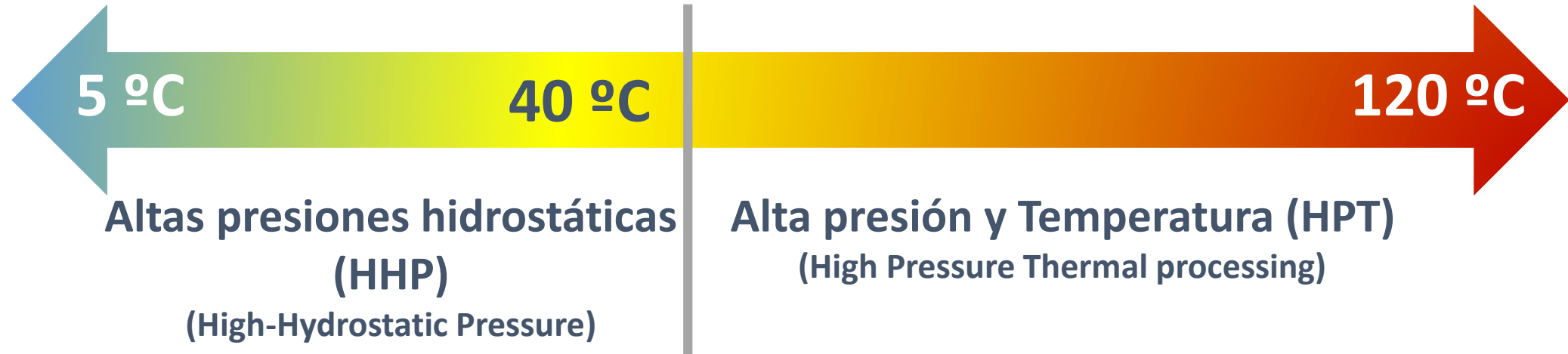
## INACTIVACIÓN/ACTIVACIÓN PARCIAL DE ENZIMAS

- PolifenolOxidasa (PPO)

**PRINCIPAL PROBLEMA**



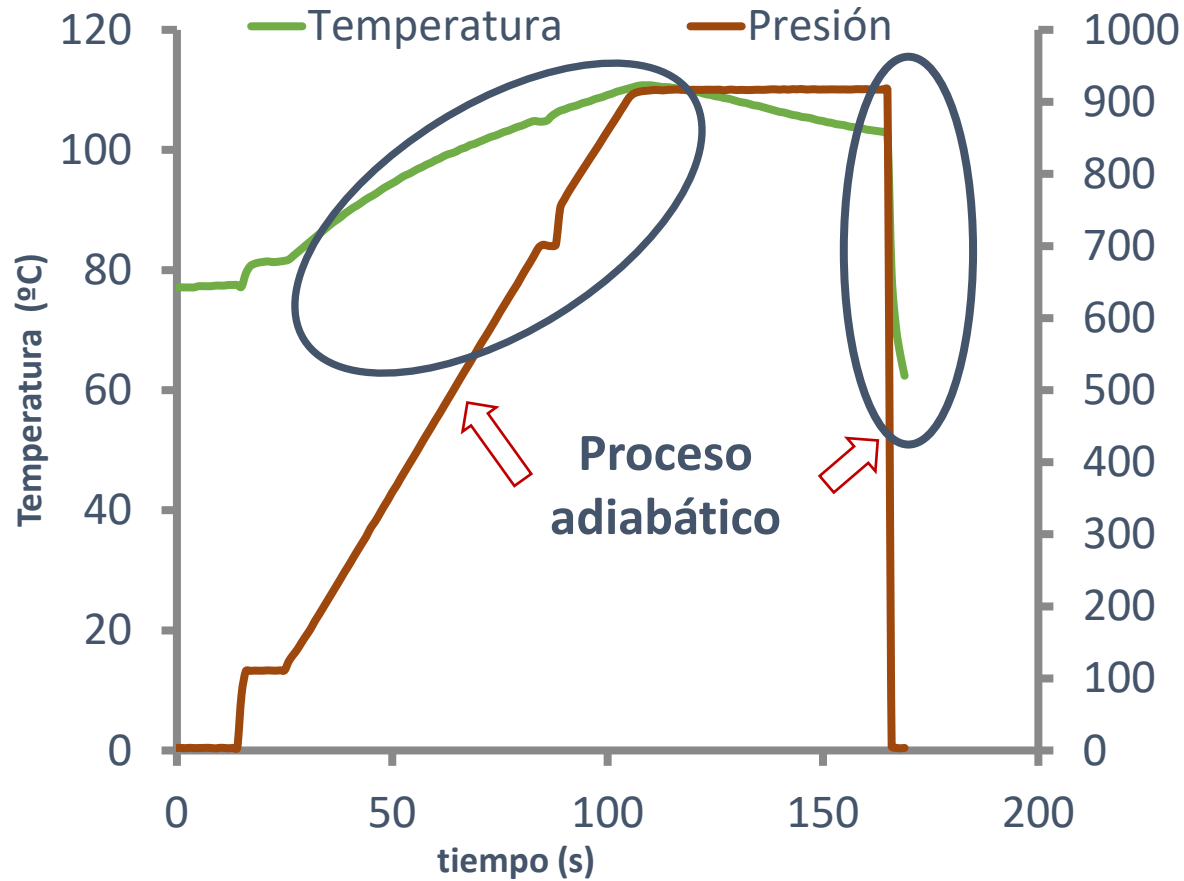
## RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE APLICACIÓN DE LAS APH



|                                      | <b>Presión (MPa)</b> | <b>Temperatura (°C)</b> | <b>Tiempo (min)</b> | <b>Efecto</b>                            | <b>Estado actual</b> |
|--------------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|--|----------------------|
| <b>Altas presiones hidrostáticas</b> | 400-600              | 10-40                   | 1-15                | Pasterización                            | En el mercado        |
| <b>Alta Presión y Temperatura</b>    | >600                 | 60-120                  | 1-5                 | Esterilización (inactivación de esporas) | En investigación     |

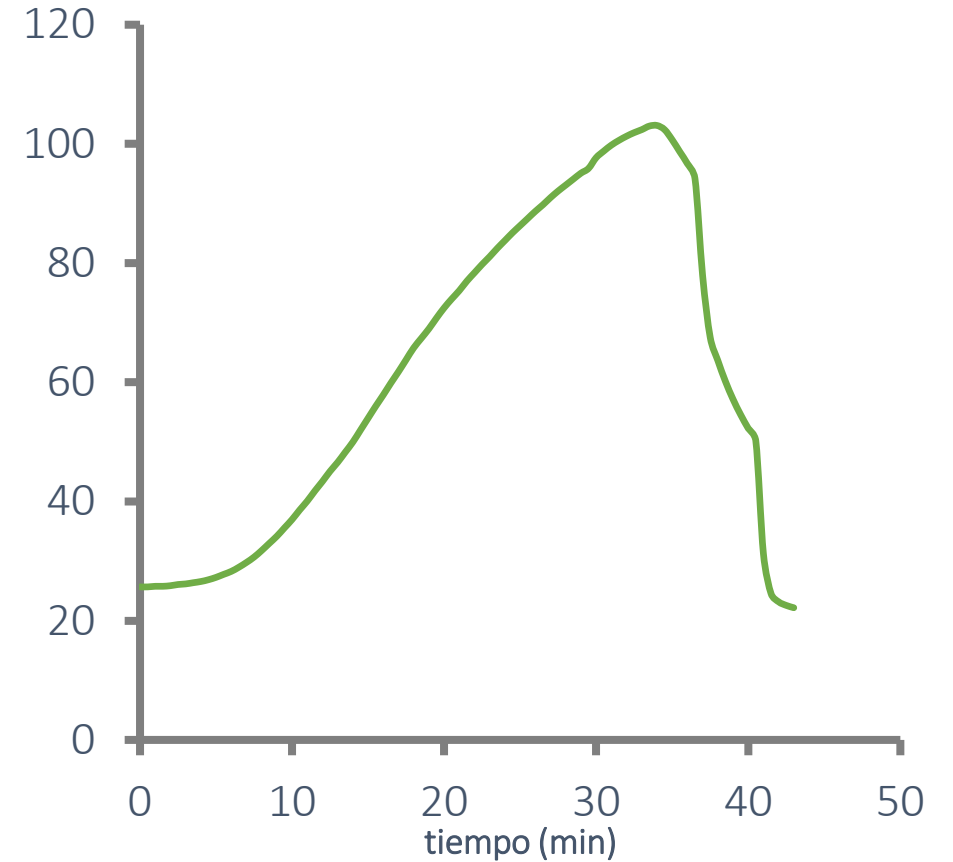


## Tratamiento HPT



Tiempo total de proceso  $\approx$  3min

## Tratamiento térmico



Tiempo total de proceso  $\approx$  40min

# TRATAMIENTOS TÉRMICOS POR ALTA PRESIÓN

## (HIGH PRESSURE THERMAL PROCESSING, HPTP)

### VENTAJAS

- Instantáneo, calentamiento homogéneo.
- Tiempo de proceso corto.
- Las características organolépticas se conservan mejor que con los métodos actuales de esterilización.
- Destrucción de formas vegetativas MO.
- Inactivación de esporas bacterianas.

### INCONVENIENTES

- Precio por producto es relativamente alto
- No es adecuado para todos los materiales de embalaje (latas y vidrio no es posible)
- Proceso por lotes
- Líquido de transmisión presión
- Equipos aún no disponibles a escala comercial

# TRATAMIENTOS TÉRMICOS POR ALTA PRESIÓN

*(HIGH PRESSURE THERMAL PROCESSING, HPTP)*



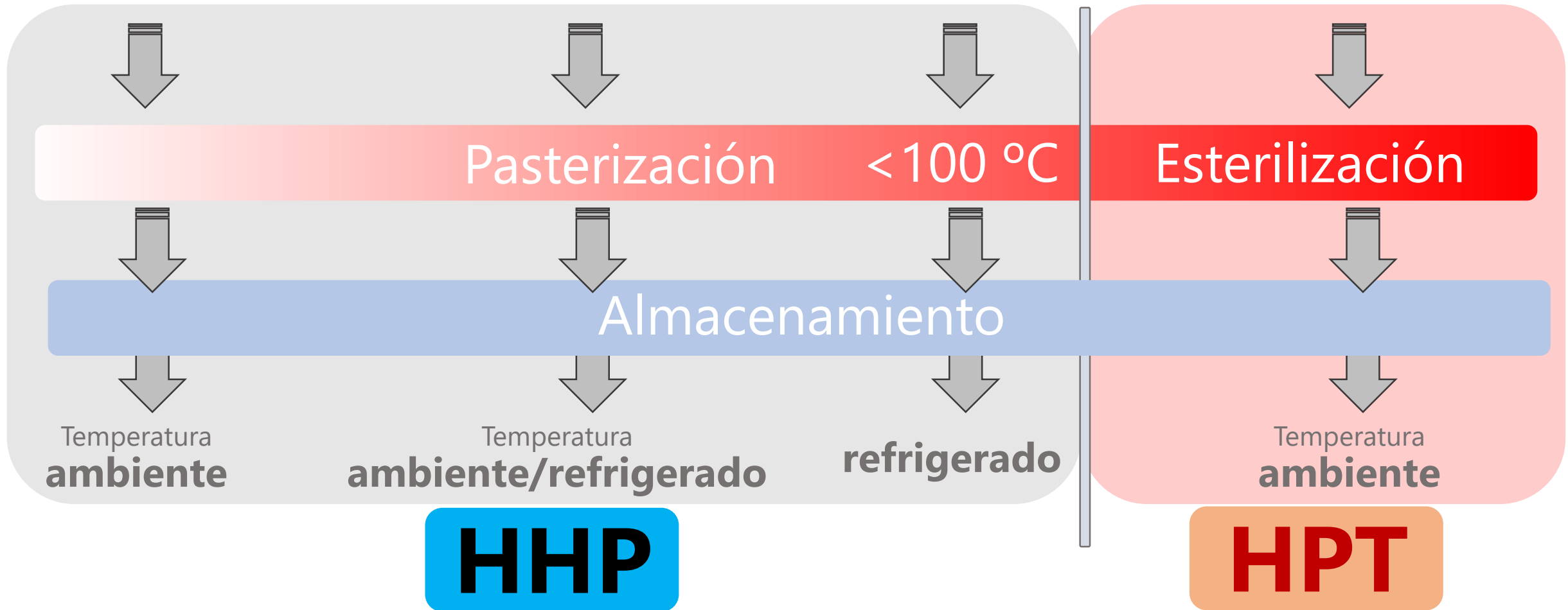
CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

Muy **ÁCIDOS**  
**pH < 3,5**

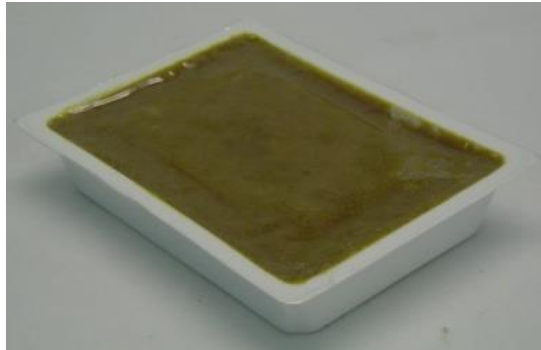
**ÁCIDOS**

ACIDIFICADOS  
**3,5 < pH < 4,5**

**PERECEDEROS**  
**pH > 4,6**



**Paté de aceitunas**



**Bebida a base de nuez y fruta**

# PRODUCTOS VEGETALES



**Zumo de uva tinta  
Var. Tempranillo  
(Área Enología)**



# PRODUCTOS VEGETALES



# PRODUCTOS VEGETALES



pH  
<4,5

**HHP**

- No inactiva PPO
- Adición Ác. ascórbico mantiene color y compuestos bioactivos

**HPT**

- Inactivación adecuada PPO
- Mantiene contenido Antocianos

# PRODUCTOS VEGETALES



pH  
>4,5

**HPT**

- Inactivación adecuada PPO
- Mantiene/aumenta extracción Carotenos

**TT vs.  
HPT**

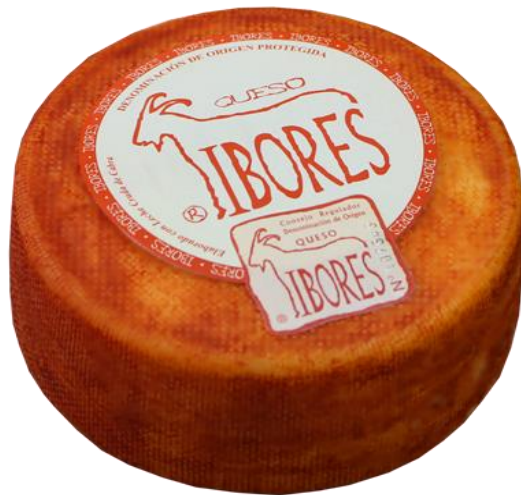
- Compuestos bioactivos: TT < HPT
- Condiciones HPT suficiente intensidad para inactivar PPO



- Reduce riesgo microbiológico al ser leche no pasteurizada.
- Aplicación HHP a mitad o final maduración no afecta a olor o sabor.



**TORTA CASAR**



**IBORES**

# PRODUCTOS LÁCTEOS



**QUEIJO DE ÉVORA**

**High-pressure processing of a raw milk cheese improved its food safety maintaining the sensory quality**

(2013) Food Sci. Technol. Int. 19(6), 493-501.

- El tratamiento de HHP redujo significativamente los niveles de microorganismos no deseados (ej. patógenos)
- Detención de procesos causantes de deterioro en el queso y, por lo tanto, aumento de su vida útil
- Los quesos tratados mostraron, al final del período de refrigeración, un índice de maduración similar a los quesos control del inicio del almacenamiento
- La HHP tuvo un efecto mínimo sobre la textura del queso
- Los quesos sometidos a HHP analizados al final del período de almacenamiento tuvieron una mayor aceptación sensorial que los no tratados



**CONTROL**



**400MPa  
7min**



**600MPa  
7min**

# LECHE MATERNA

## Bancos de leche



Se destinará a aquellos bebés que la necesiten y cuyas madres no puedan amamantarles.



## Garantizan la calidad y seguridad alimentaria

1. Segura desde el punto de vista tóxico y microbiológico
2. Preservar al máximo sus propiedades nutricionales y biológicas

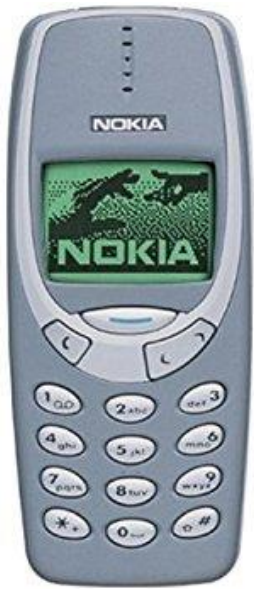
### Inmunidad:

- Pasiva: Inmunoglobulinas (Ig M, A, G) Citoquinas
- Activa: Leucocitos

### Parámetros de calidad de la leche:

- Contenido en vitaminas (Tocoferol)
- Perfil de ácidos grasos de la leche
- Aroma (compuestos volátiles)

## REFLEXIÓN SOBRE LOS AVANCES TECNOLÓGICOS



Año 2000



Año 2019



- Existen muchos casos donde no entendemos en qué consiste la tecnología que usamos.
- Debemos adaptarnos a los cambios tecnológicos.
- Asumirlos como una ventaja.

# GRACIAS POR SU ATENCIÓN

---

Jesús Javier García Parra

[Jesusjavier.garcía@juntaex.es](mailto:Jesusjavier.garcía@juntaex.es)

[jjgparra@gmail.com](mailto:jjgparra@gmail.com)



CENTRO DE INVESTIGACIONES  
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
DE EXTREMADURA



**Interreg**  
España - Portugal



**Innoace**



INVESTIGACIÓN INNOVACIÓN TECNOLOGÍA EMPRENDIMIENTO  
INVESTIGAÇÃO INOVAÇÃO TECNOLOGIA EMPREENDEDORISMO

Fondo Europeo de Desarrollo Regional  
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



CICYTEX-INTAEX  
28-05-2019