



1er Congreso Nacional de
AGROALIMENTACIÓN
INNOVAR PARA AVANZAR



Departamento de Tecnología de Alimentos. ETSIA

upna
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

Paloma Vírseda



“Innovar para avanzar”

ALITEC



TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS VEGETALES



Expectativas del consumidor

EXPECTATIVAS DEL CONSUMIDOR

SABOR

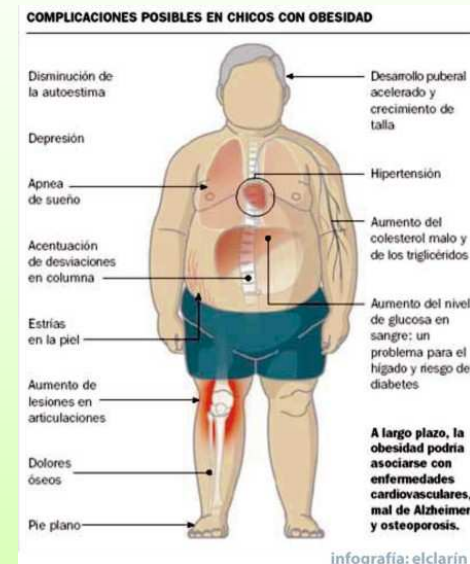
SALUD



La industria agroalimentaria española está en continua evolución para adaptarse a las nuevas tendencias del consumo, que apuntan hacia productos saludables, fáciles de preparar y con una alta calidad sensorial (Martínez-Carrasco et al., 2004).



Expectativas del consumidor

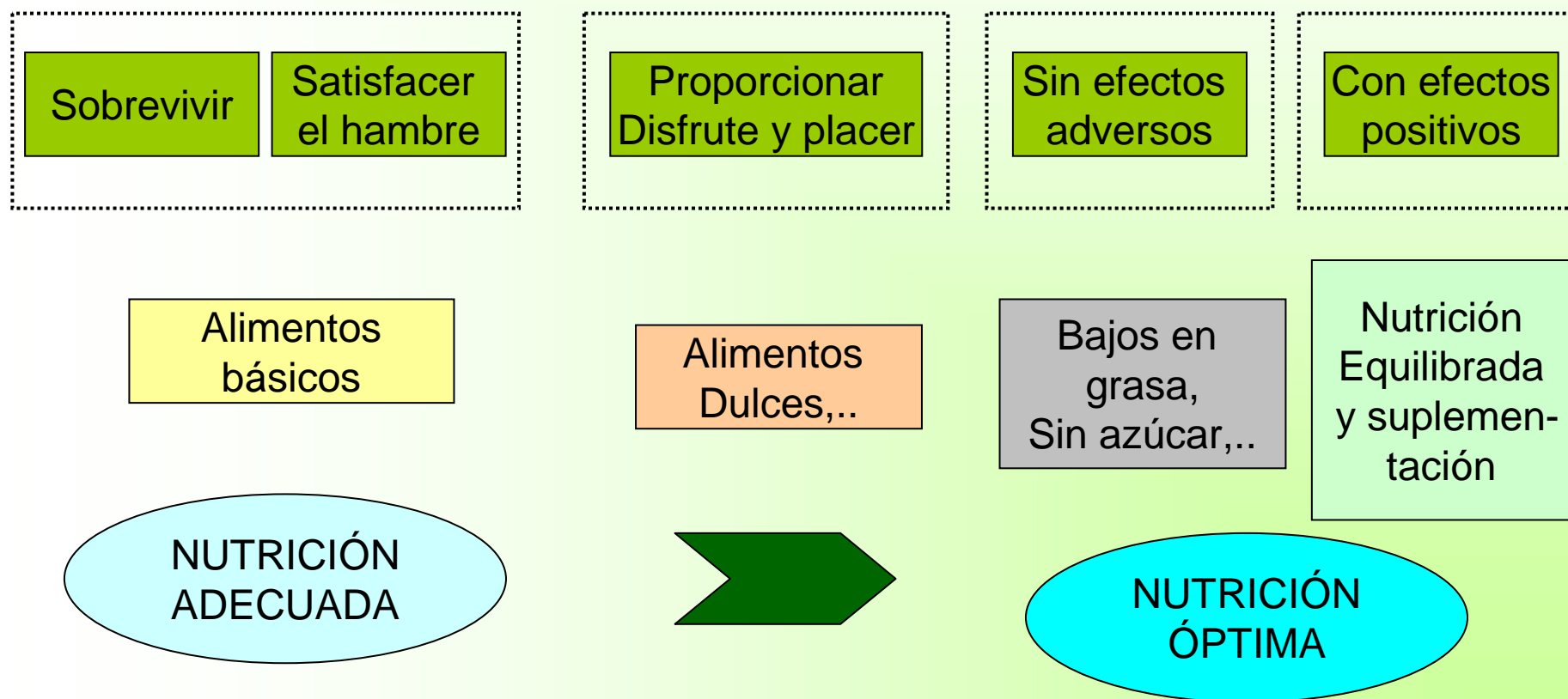


Las propiedades saludables de los vegetales, entre las que destacan la prevención de enfermedades cardiovasculares y de diferentes tipos de cánceres, hacen que el sector de transformación de hortalizas sea uno de los más dinámicos de la industria alimentaria.



Expectativas del consumidor

Evolución de la forma de alimentarse





La industria agroalimentaria



Es de destacar, además, que los **subsectores de platos preparados y de transformación de hortalizas** son los más innovadores de este sector (COTEC, 2003), lo que se ha visto potenciado por la existencia de una alta competitividad, con frecuentes procesos de concentración e internacionalización de las empresas.



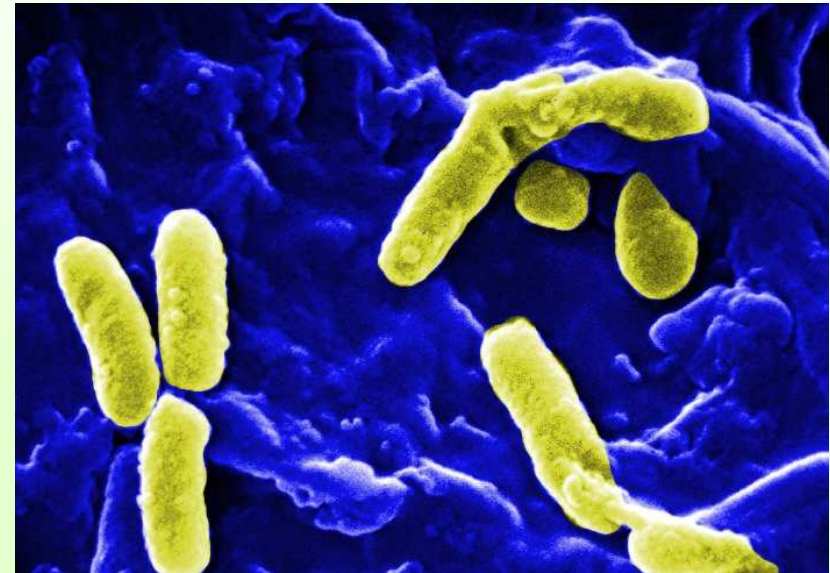
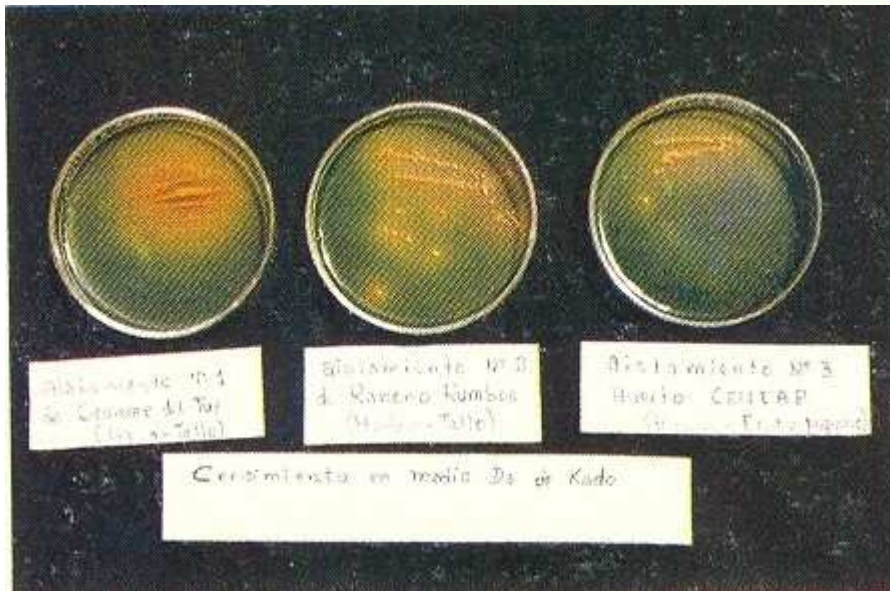
La industria agroalimentaria



Sin embargo, muchas de estas vegetales son de carácter estacional, estando disponibles en fresco sólo unos meses al año, y en mercados locales, por lo que se comercializan fundamentalmente en forma de conservas. La aplicación de tratamientos térmicos para su conservación ocasiona importantes pérdidas en sus propiedades sensoriales y nutritivas.



Desarrollo de nuevas tecnologías



A la hora de procesar los productos vegetales es necesario tener en cuenta las causas de deterioro de estos productos. Los mayores causantes de deterioro son las bacterias del género *Erwinia* y algunas *Pseudomonas* que producen pectinasas capaces de romper la capa exterior de los vegetales y colonizar así los tejidos internos.



Desarrollo de nuevas tecnologías



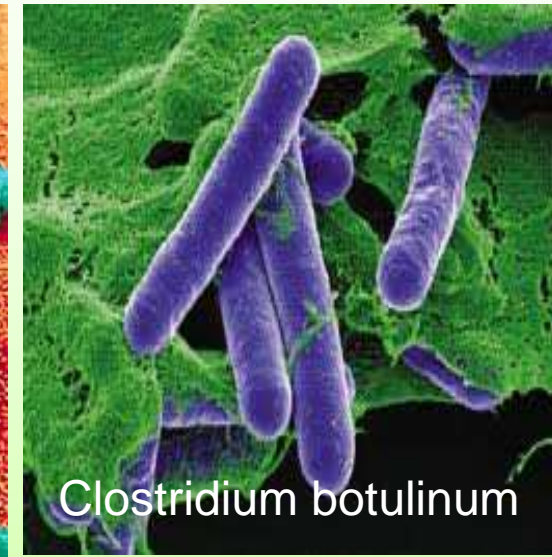
Table 7
Mean values and standard deviations of the numbers of microbes in air (cfu m⁻³).

Area	Mean value	SD
Outdoor air	608	106
Receiving of vegetables	600	565
Storage of raw materials	792	760
Processing	1132	122
pre-processing (peeling)	1080	119
Temporary storage	21,250	21,849
Dry storage	105	71
Chilled storage	103	–
Storage of products	1460	220
Packing of vegetables	1254	140
Despatching	642	740

Tanto en el caso de bacterias como en el de hongos, el deterioro puede iniciarse incluso antes de la recolección y se ve favorecido por cualquier circunstancia que altere la integridad física del vegetal.



Desarrollo de nuevas tecnologías



Entre aquellas especies de mayor interés por razones de seguridad alimentaria están *Shigella* spp., *Salmonella*, *Escherichia coli* (enterotoxigenicas), *Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, virus, y parásitos como *Giardia lamblia*, *Cyclospora cayetanensis*, y *Cryptosporidium parvum*.

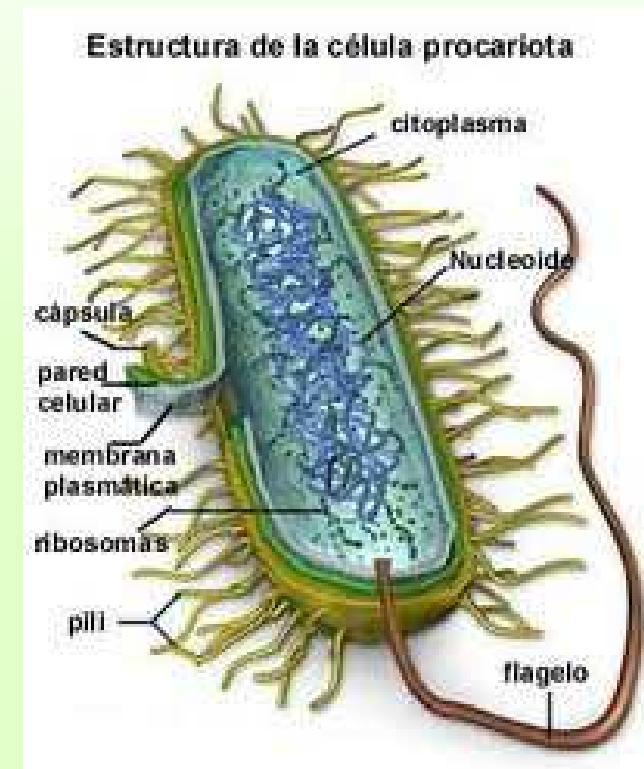


Productos vegetales

Gram -

En vegetales mínimamente procesados, entre el 80 y el 90% son **Gram negativos**, y en su mayoría pertenecientes a las especies de *Pseudomonas*, *Enterobacteria*.

En cuanto a los patógenos en mayor medida presentes en MPV destacan *Listeria monocytogenes* (G+), *Aeromonas*, *E. coli*, y *Salmonella*.





Productos vegetales

Este hecho es especialmente importante si tenemos en cuenta que parte de los vegetales mínimamente procesados comercializados pueden consumirse directamente sin recibir un tratamiento por parte del consumidor.





Tecnologías de procesado



La operación que en mayor medida reduce la carga microbiana durante el procesado de vegetales mínimamente procesados es el lavado o inmersión del producto ya cortado en soluciones antimicrobianas.

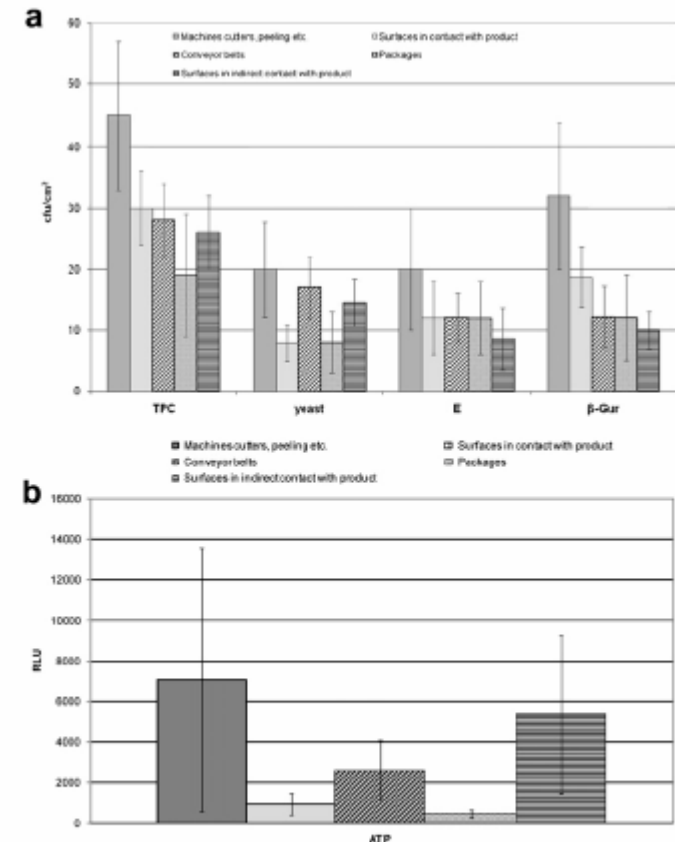
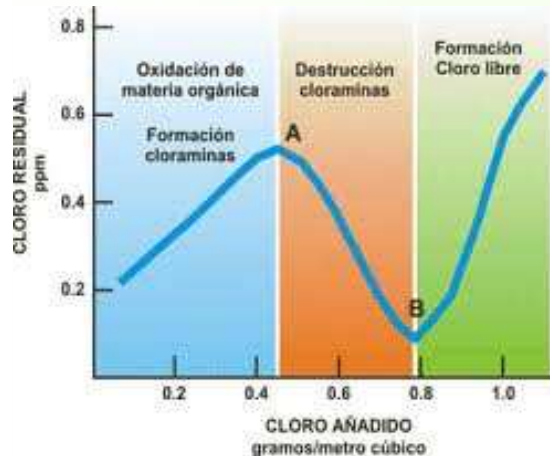


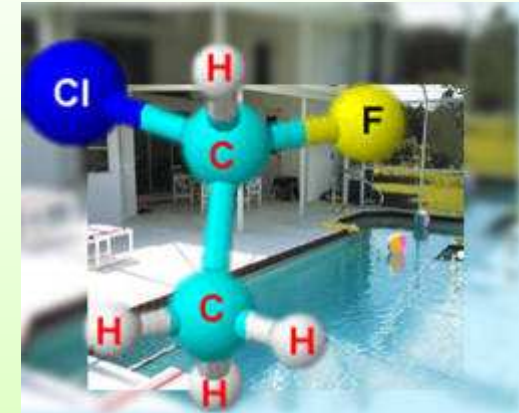
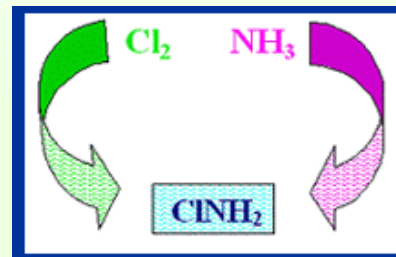
Fig. 2. a. Mean values (column) and standard errors of means (\pm SE, bar) of total aerobic microbes (TPC), yeast, enterobacteria (E), and β -glucuronidase-positive bacteria (β -Gur) counts; b. Mean values of the detection of ATP bioluminescence.



Tecnologías de procesado



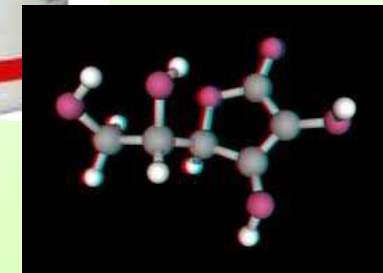
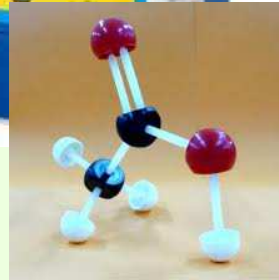
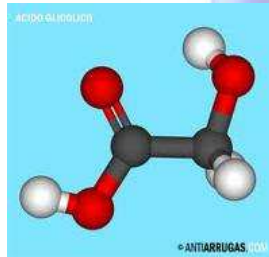
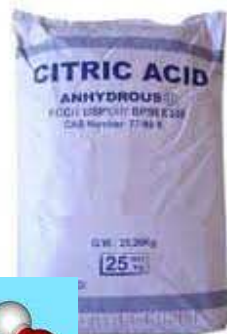
¿Cloraminas?



En general el método más comúnmente utilizado para la desinfección son las soluciones de **cloro activo**, los niveles de compuestos clorados utilizados suelen tener niveles de cloro libre comprendidos entre 50 y 200 ppm , el tiempo de inmersión del producto en estas soluciones suele ser menor de 5 min (Rico et al 2007).



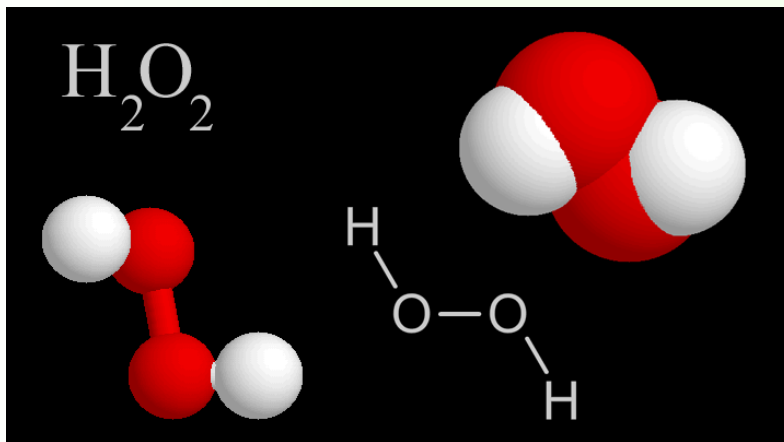
El lavado de productos mínimamente procesados



Dentro de estos trabajos se encuentran aquellos en los que se plantea la utilización de ácidos orgánicos (ácidos como el láctico, el cítrico, el acético o el ácido tartárico) (Bari et al., 2005; Uyttendaele, Neyts, Vanderswalmen, Notebaert, & Debevere, 2004; (Bauernfeind y Pinkert, 1970).



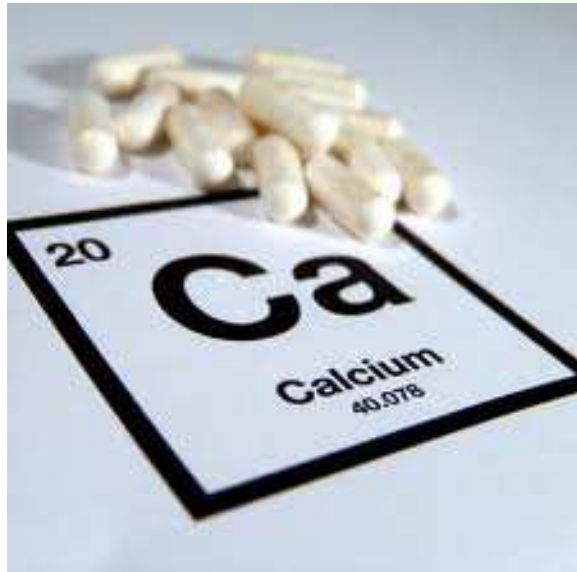
El lavado de productos mínimamente procesados



El peróxido de hidrógeno ha sido también estudiado por sus propiedades como agente oxidante, y por su capacidad para generar oxidaciones citotóxicas mediante su descomposición en radicales hidroxilos (Juven y Pierson, 1996; Beuchat y Ryu, 1997; Parque y Beuchat, 1999; Parish et al., 2003).



El lavado de productos mínimamente procesados



Soluciones a base de calcio han sido ampliamente utilizadas con el fin de extender la vida útil de estos productos tan perecederos. La utilización del calcio se debe a la capacidad de éste de mantener la integridad de la pared celular de los vegetales mediante la interacción con pectinas para formar pectato cálcico

(Martin-Diana et al., 2005, 2005a, 2005b; Rico et al., 2006; Smout, Sila, Vu, Van Loey, & Hendrickx, 2005; Bangerth, Francis & O'Beirne, 2002; Watada & Qi, 1999).



El lavado de productos mínimamente procesados

Estado actual

Pese a los estudios y avances realizados en este campo, la utilización de hipoclorito sigue siendo el sistema más utilizado hoy en día.

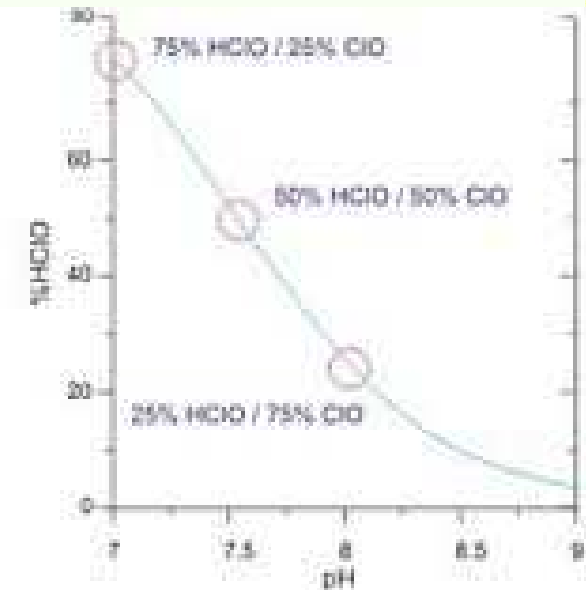
Tiempo inactivación *E. Coli* (99%)

HClO 2 minutos

ClO 40 minutos

Cl-NR₂ 500 minutos

ácido hipocloroso



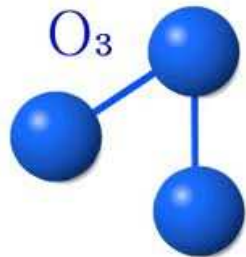
Con este método resulta difícil eliminar microorganismos patógenos. Esto se atribuye a la dificultad del cloro para alcanzar las estructuras y los tejidos en los que se encuentran (Beuchat, 2002).



El lavado de productos mínimamente procesados

En la actualidad existe un número importante de publicaciones en torno a la búsqueda de alternativas al cloro. De entre ellas cabe destacar:

- Soluciones basadas en un mayor poder oxidante que el tratamiento estándar de cloro (ozono, peróxido de hidrógeno,..)
- Tratamientos físicos que afecten a la viabilidad de los microorganismos (pulsos eléctricos, ultravioleta,..)
- Tratamientos que ofrezcan una alternativa más respetuosa con el medio ambiente (productos naturales, agua electrolizada)





Problema no resuelto

Todo lo expuesto nos lleva a pensar que existe un riesgo en la seguridad alimentaria que deberíamos intentar evitar. Además de la selección del desinfectante adecuado, es necesaria la utilización de otras técnicas antimicrobianas que puedan ser utilizadas durante su procesado y que no alteren el producto original.





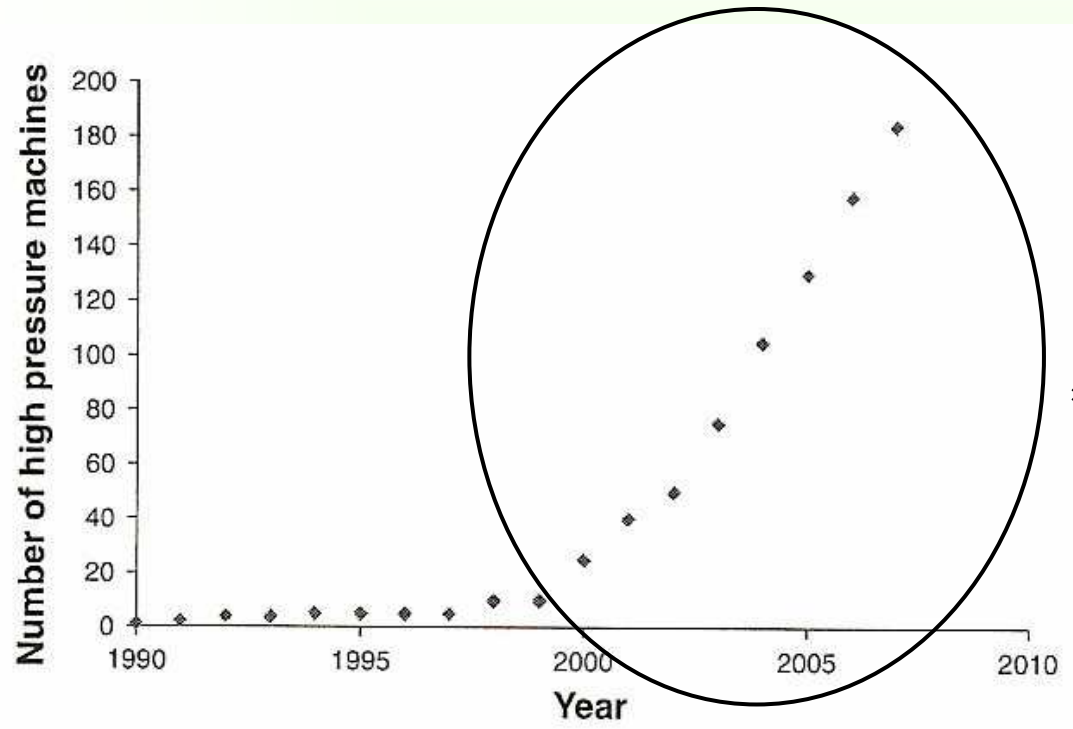
Sistemas alternativos no térmicos

- **Altas Presiones**
- Ultrasonidos
- Irradiación
- Campos eléctricos de alta intensidad
- Campos magnéticos oscilantes
- Luz blanca de alta intensidad
- Avances en el envasado de alimentos



Incremento HPP

La utilización de la tecnología de HPP esta incrementándose rápidamente



Su uso presenta ventajas significativas

El incremento en la fabricación de equipos tiene un efecto favorable sobre los costes

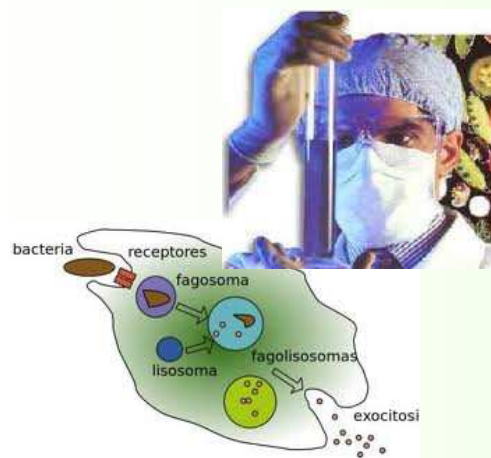




La aplicación de las altas presiones en vegetales

La aplicación de esta tecnología a un producto determinado debe analizarse desde dos puntos de vista diferentes:

- 1º.- la eficacia del tratamiento para la destrucción microbiana y
- 2º.- la calidad sensorial y nutricional del producto tratado.





Aplicación de altas presiones: destrucción microbiana

upna
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

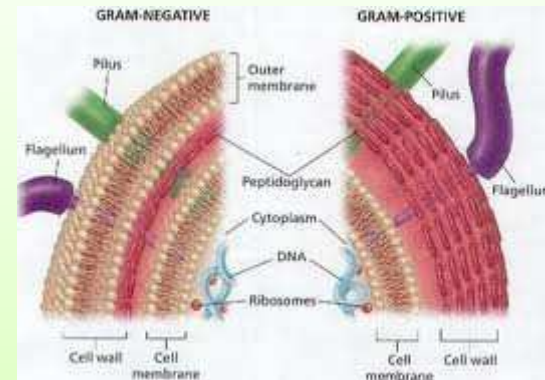
Los tratamientos de alimentos con tecnologías de altas presiones se han demostrado adecuados para la eliminación de la mayor parte de microorganismos patógenos y microorganismos responsables de su deterioro, dependiendo para ello del rango de presiones (entre 200 y 600 MPa) y temperaturas utilizadas durante el tratamiento, así como el tiempo de aplicación.





Aplicación de altas presiones: destrucción microbiana

Aunque el resultado dependerá del alimento y del medio en el que se encuentre.



En general se puede decir que los microorganismos **gram-positivos** y exceptuando la listeria, eran más resistentes a los tratamientos de altas presiones que los gram negativos, según Guerrero y Beltrán (2004).



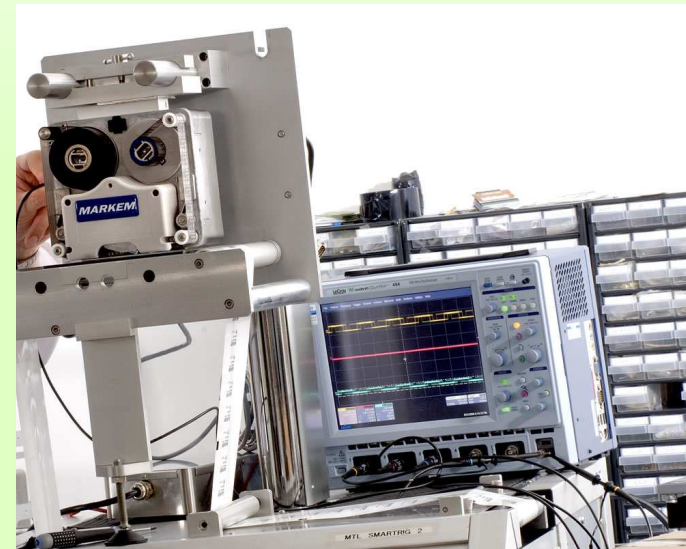
Aplicación de altas presiones: destrucción microbiana

upna
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

La destrucción microbiana mediante HPP en vegetales es superior con bajas temperaturas y tiempos largos, siendo más barorresistentes las bacterias gram positivas (Arroyo et al.1997).

Sin embargo, y aunque los tratamientos de 400 MPa, 5 °C y 20 min son efectivos en cuanto a la eliminación de patógenos gram negativo y *Listera*.

Los mesófilos aerobios no son eliminados de los vegetales tratados con estas condiciones, pudiendo convertirse este hecho en factor determinante.





La combinación de tecnologías

La aplicación de la tecnología de HPP se demuestra como un método adecuado para destruir microorganismos patógenos, pero su eficacia en la reducción de los elevados niveles de microorganismos mesófilos presentes en los vegetales no está demostrada.



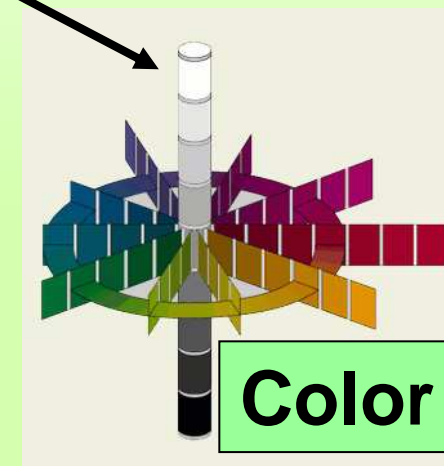
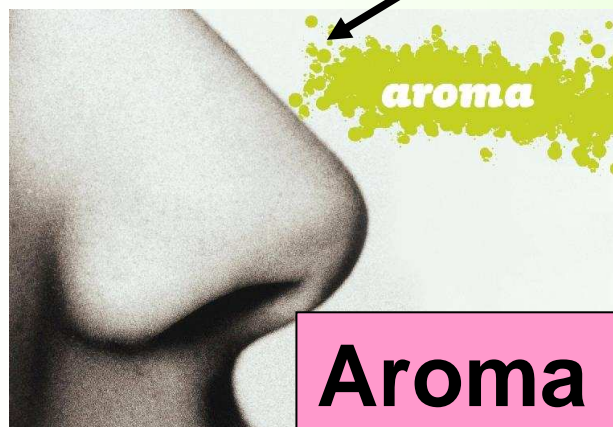
El lavado inicial con agentes antimicrobianos puede ser un método adecuado contra microorganismos mesófilos





Aplicación de altas presiones en vegetales

Efectividad del tratamiento en la calidad sensorial del producto





Aplicación de altas presiones en vegetales. LA TEXTURA

Podemos encontrar estudios en los que se establece que los daños sobre el tejido, la separación de la pared celular y los cambios bioquímicos de la aplicación de los tratamientos con altas presiones (HPP) son limitados comparados con otros tratamientos tradicionales (Islam & Igura, 2003; Arroyo et al., 1999). Eshtiaghi et al. 1994),



No hay un criterio único



Aplicación de altas presiones en vegetales. LA TEXTURA

upna
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa



No hay un criterio único

Otros demuestran que los tratamientos con HPP puede alterar propiedades físico-químicas de los vegetales al inducir cambios en su estructura (Basak & Ramaswamy, 1998; Butz et al. 2002; Préstamo & Arroyo, 1998).

Evidentemente, estos estudios dependen mucho de la naturaleza del vegetal y del tipo de tratamiento aplicado.



Aplicación de altas presiones en vegetales. LA TEXTURA

upna
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

Pérdida inicial de textura.

“Ablandamiento instantáneo por presión” (IPS).

Segunda fase: cambio gradual durante el mantenimiento de presión. Dicho cambio se traduce en una recuperación de la firmeza, que puede llegar a ser del 100 % para presiones bajas mantenidas durante tiempos largos (100 MPa/30 min) (Basak & Ramaswamy, 1998).

Cambios en la textura





Aplicación de altas presiones en vegetales. LA TEXTURA



En estudios desarrollados en vegetales como patata y zanahoria (Islam et al., 2006; Sila et al., 2004; Basak & Ramaswamy, 1998) la mejora en la firmeza se obtuvo mediante la aplicación de tratamientos de altas presiones concretos.



Bajos niveles de presión (100-200 MPa) mantenidos durante tiempos prolongados pueden emplearse como sustitutos de escaldados para activar la PME y aumentar la firmeza del vegetal tras su almacenamiento congelado o esterilización



Aplicación de altas presiones en vegetales. LA TEXTURA

upna
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa



De manera general podemos decir que, en tejidos vegetales, se pueden aplicar presiones de hasta 350 MPa sin ningún efecto importante sobre la estructura y textura global (Knorr 1995).



Aplicación de altas presiones en vegetales. EL AROMA Y EL COLOR

Los resultados obtenidos en estudios anteriores (Arroyo et al, 2005; Lambert et al., 1999; Yen & Lin, 1999), inducen a pensar que el aroma de las hortalizas no es alterado por los tratamientos de alta presión, o al menos lo es en menor grado que el procesado térmico equivalente (Master et al., 2004).

El aroma y el color de los productos vegetales se ve afectado en grado mucho menor que en un tratamiento térmico equivalente





Hipótesis de partida



Los tratamientos de 400 MPa, 5°C y 20 min son efectivos en cuanto a la eliminación de patógenos (Gram-) y Listeria (Gram+)

En tejidos vegetales se pueden aplicar presiones de hasta 350 MPa sin ningún efecto importante sobre la estructura y textura global (Knorr 1995).

El aroma y el color de los productos vegetales se ve afectado en grado mucho menor que en un tratamiento térmico equivalente



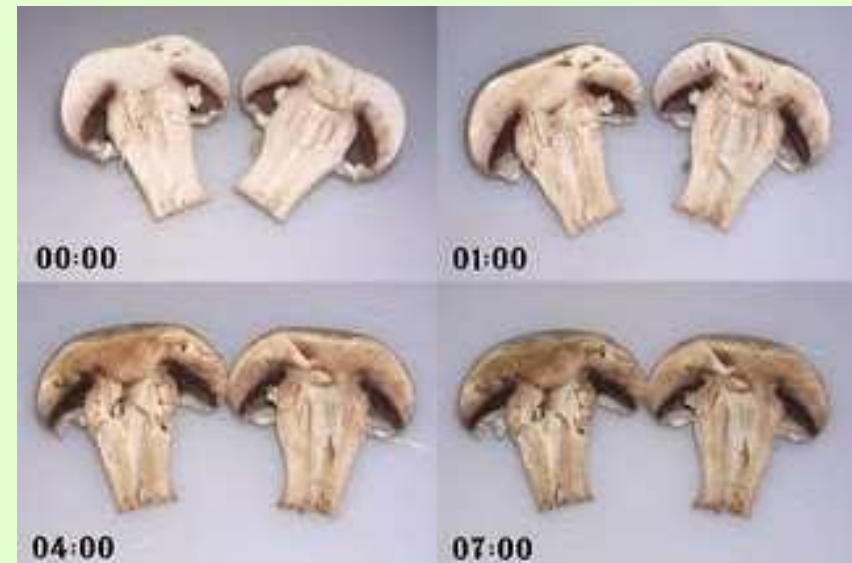


Aplicación de altas presiones en vegetales. Otros aspectos

Los trabajos indican que:

en general, pueden obtenerse productos microbiológicamente estables, sin alterar sus características organolépticas, utilizando rangos bajos de temperatura y presión.

Sin embargo, estos procesos no consiguen inactivar totalmente enzimas responsables del deterioro del producto, por lo que, en algunos casos, es necesario considerar otras alternativas para evitar los problemas de pardeamiento.





Combinación de tecnologías de altas presiones con otras no térmicas



Las características de los distintos tratamientos no térmicos relativos a la destrucción microbiana que producen, y las limitaciones que se están observando con la tecnología de las altas presiones utilizadas como único método de conservación,

nos llevan a marcar un camino de trabajo en la búsqueda de aportaciones que permitan continuar el exponencial incremento de esta tecnología combinándolo con otros métodos de conservación.



Combinación de tecnologías



De forma general y en cuanto a los métodos de conservación no térmicos habituales, observamos en la literatura que no parece estar claro si bajadas del pH o la inclusión de aditivos (antioxidantes, antimicrobianos, etc.) mejoran la destrucción microbiana por HPP .





Combinación de tecnologías



En algunos trabajos se indica que bajos valores de pH favorecen la inactivación durante los tratamientos de altas presiones, e inhiben el crecimiento de microorganismos dañados (Smelt, 1998).

Además es frecuente que la aplicación de HPP reduzca el pH del medio (Hoover et al. 1989) porque la presurización favorece la ionización y los ácidos orgánicos son mejores inhibidores cuando están disociados





Combinación de tecnologías



En los últimos tiempos se está dando una gran importancia a la búsqueda de este tipo de combinaciones que resulten eficaces. Como resultado de este incipiente camino se están obteniendo resultados realmente interesantes.



Aplicaciones de las altas presiones



Curiosidades





Aplicaciones de las altas presiones



Curiosidades

