



**Universidad
Zaragoza**

Facultad de Veterinaria

Departamento de **P**roducción **A**nimal y **C**iencia de los **A**limentos

***Criterios de **P**rocesado
para la **P**asteurización de los **A**limentos
por **P**ulsos **E**léctricos de **A**lto **V**oltaje***

Memoria para optar al grado de Doctor
por la Universidad de Zaragoza
presentada por:

GUILLERMO SALDAÑA NAVARRO

Directores:

Dr. Javier Raso Pueyo

Dr. Ignacio Álvarez Lanzarote

RESUMEN

En la actualidad, el método más extendido para la pasteurización de los alimentos es el calor. Sin embargo, el calentamiento de los alimentos puede conllevar un deterioro de sus cualidades nutritivas y organolépticas. Por ello, en los últimos años, se están investigando sistemas alternativos como los pulsos eléctricos de alto voltaje (PEAV) debido a su capacidad para inactivar microorganismos a temperaturas inferiores a las utilizadas en el procesado térmico. La implantación de tecnología de los PEAV en la industria para la pasteurización de los alimentos requiere demostrar no sólo que las propiedades nutritivas y sensoriales de los alimentos no se ven afectadas por estos tratamientos, sino que los niveles de seguridad microbiológica que se obtienen son equivalentes a los alcanzados con el procesado térmico que pretenden sustituir.

El objetivo general de esta Tesis Doctoral fue establecer criterios del proceso aplicables en un proceso industrial para la pasteurización de alimentos líquidos por medio de la tecnología de los PEAV.

Para alcanzar este objetivo general, se realizó un estudio inicial para identificar las cepas más resistentes a los tratamientos de PEAV entre cinco cepas de dos microorganismos patógenos Gram-positivos (*Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus*) y dos microorganismos Gram-negativos (*Escherichia coli* y *Salmonella Typhimurium*). Posteriormente, se obtuvieron datos cinéticos sobre la inactivación de las cepas más resistentes seleccionadas a distintas intensidades de campo eléctrico en el rango de pH de la mayoría de los alimentos. Los modelos matemáticos generados a partir de estos datos cinéticos permitieron demostrar que los niveles de inactivación obtenidos en las cepas más resistentes al tratamiento de PEAV, en condiciones de tratamiento aplicables en flujo continuo en un proceso industrial a temperatura ambiente, son insuficientes para garantizar la pasteurización de los alimentos. Estos

resultados indican la necesidad de combinar los PEAV con otros factores para conseguir un nivel de inactivación suficiente para conseguir este objetivo.

Con objeto de obtener una mejor comprensión de la influencia de la temperatura en la inactivación microbiana por PEAV, se diseñó y evaluó una cámara de tratamiento estática de electrodos paralelos termostatados, con la que se comprobó que la inactivación microbiana por PEAV dependió de la temperatura de tratamiento incluso a temperaturas no letales para los microorganismos, por lo que la temperatura de tratamiento debe ser un factor considerado en la inactivación microbiana por PEAV. La presencia de nisina en el medio de tratamiento tuvo un efecto aditivo, o ligeramente sinérgico, en la inactivación por PEAV de las dos cepas Gram positivas, mientras que este antimicrobiano no incrementó la letalidad de los PEAV en las cepas Gram negativas. Sin embargo, la presencia del antimicrobiano N^o-lauroil etilester (etil lauroil arginato, LAE), aumentó la letalidad de los tratamientos de PEAV, tanto en las cepas de los microorganismos Gram positivos como las de los Gram negativos.

Los resultados obtenidos en una cámara de tratamiento estática se validaron en flujo continuo en zumo de manzana. Estos estudios demostraron que la combinación de los PEAV con temperaturas moderadas permitió definir criterios de procesado aplicables a escala industrial para conseguir reducir la población de las cuatro cepas más resistentes de cada una de las especies bacterianas patógenas, al menos 5 ciclos logarítmicos, en zumo de manzana. Este nivel de inactivación se consiguió con un tiempo de residencia de 0,8 segundos aplicando una intensidad de campo eléctrico de 25 kV/cm con una temperatura de entrada del producto en la cámara de tratamiento de 35°C y de salida de 60°C (110 kJ/kg) para las cepas de *Salmonella* Typhimurium 878, *L. monocytogenes* 5672 y *S. aureus* 4459. Para *E. coli* O157:H7 fue necesario una temperatura de salida de 65°C (125 kJ/kg). La presencia de LAE a una concentración de 50 ppm permitió reducir a 55°C (83.4 kJ/kg) la temperatura de salida para conseguir un nivel de inactivación de al menos 5 ciclos logarítmicos en la población de las cuatro cepas más resistentes de cada una de especies bacterianas patógenas investigadas.