Universitat de Lleida

TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

Olga Martín Belloso
Universidad de Lleida
Benasque, Julio 2010

Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats

Conservación de alimentos

- ★Seguridad
- ★Calidad
- ★Optimización
- ★Innovación

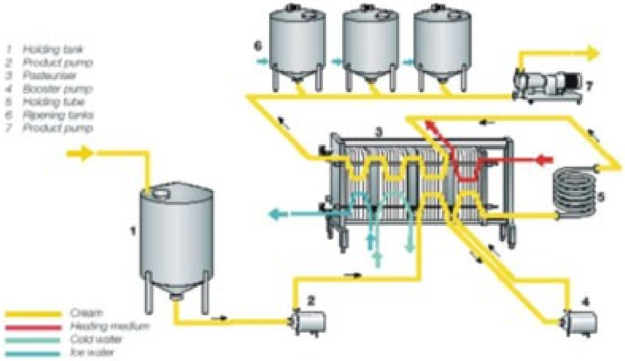
★Tratamientos térmicos/ NO térmicos

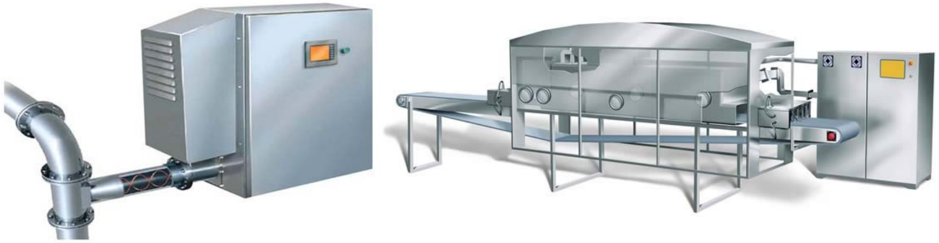
INVO
zumo de verdad
naranja + mango
INVO
smoothie
fresa + plátano
INVO
smoothie
piña + plátano
INVO
smoothie
mora + manzana

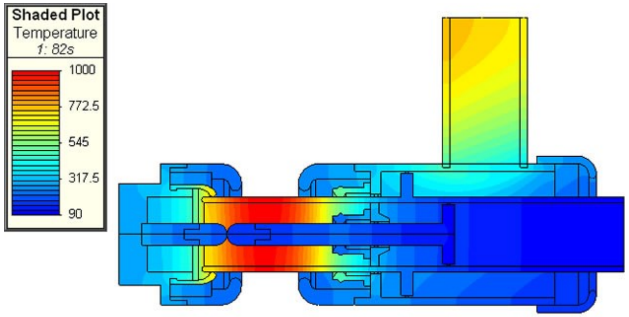
Innovaciones en tratamientos térmicos

- ★Mejora de los sistemas convencionales

- ★Nuevas técnicas

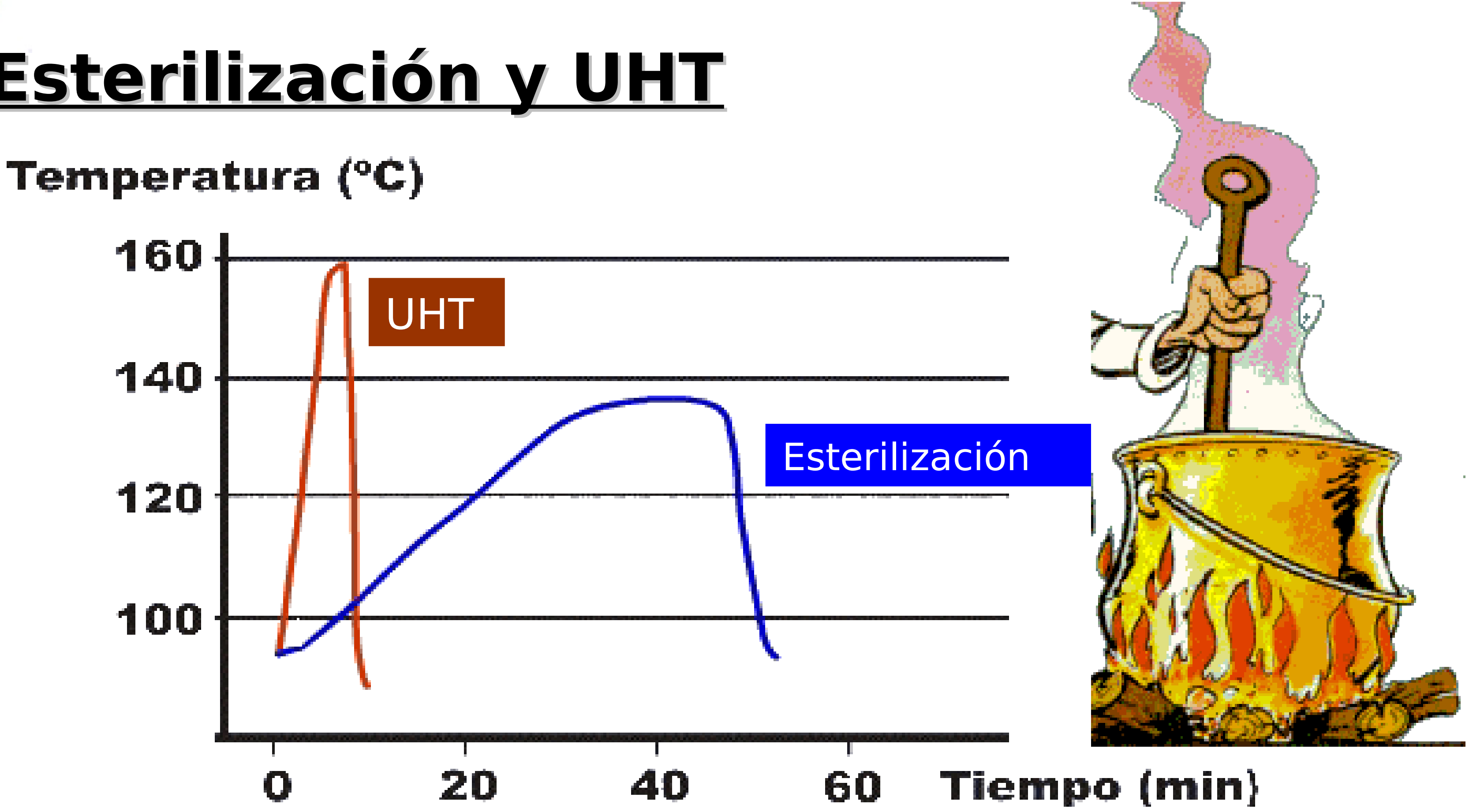

1 Holding tank
2 Product pump
3 Pasteuriser
4 Booster pump
5 Holding tube
6 Ripening tanks
7 Product pump
1
2
3
4
5
6
7
Cream
Heating medium
Cold water
Ice water





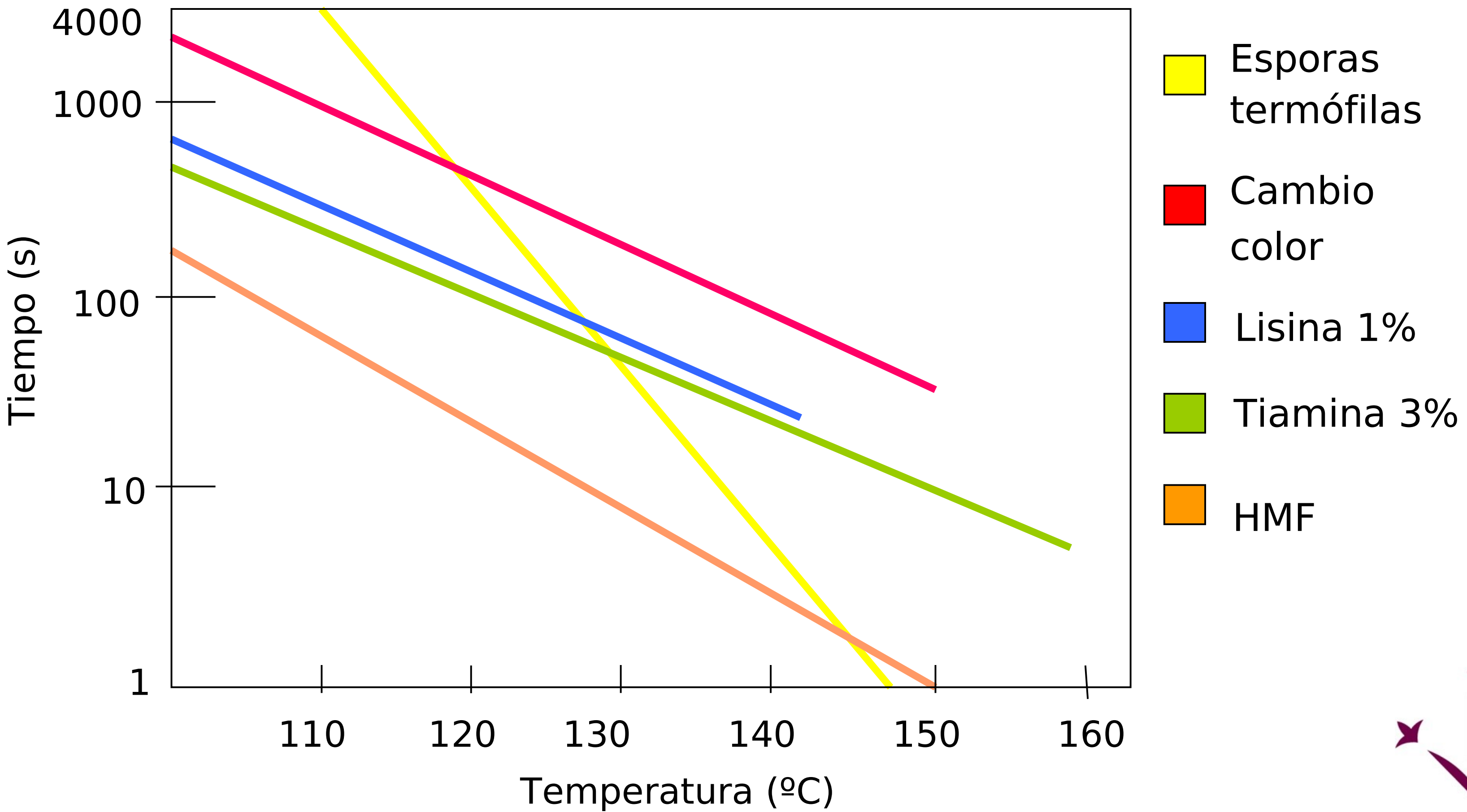
Tratamientos térmicos convencionales

- **Esterilización y UHT**



Tratamientos térmicos convencionales

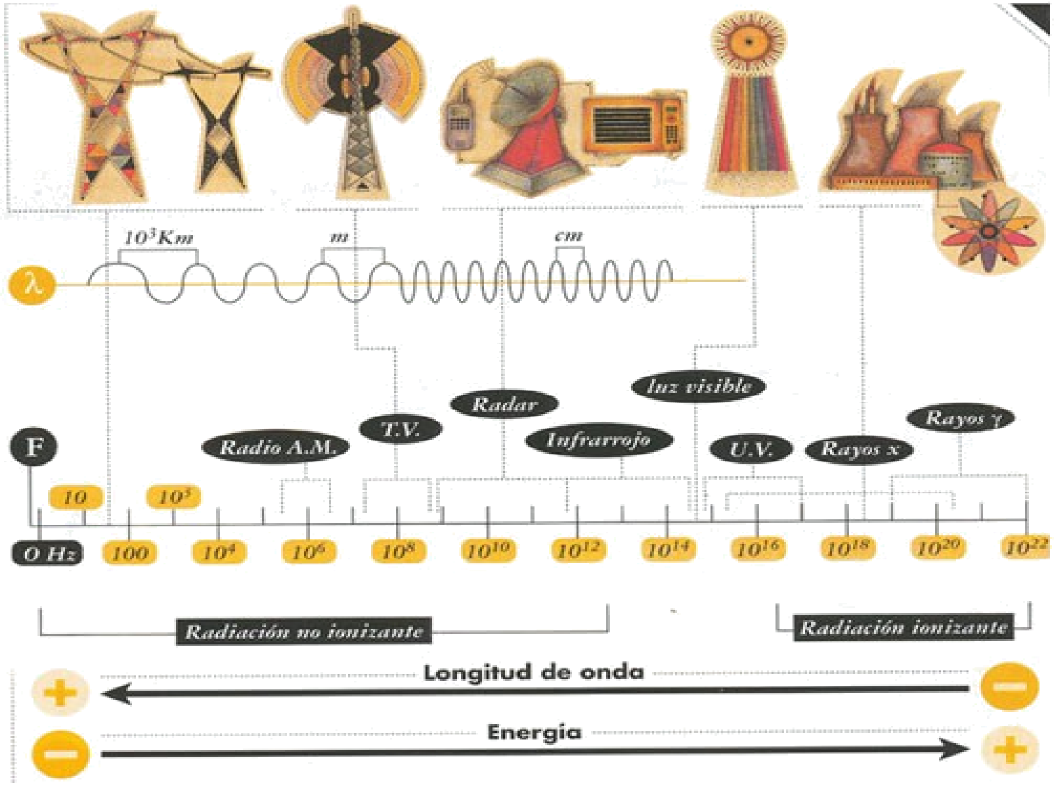
Esterilización y UHT



Tecnologías térmicas novedosas

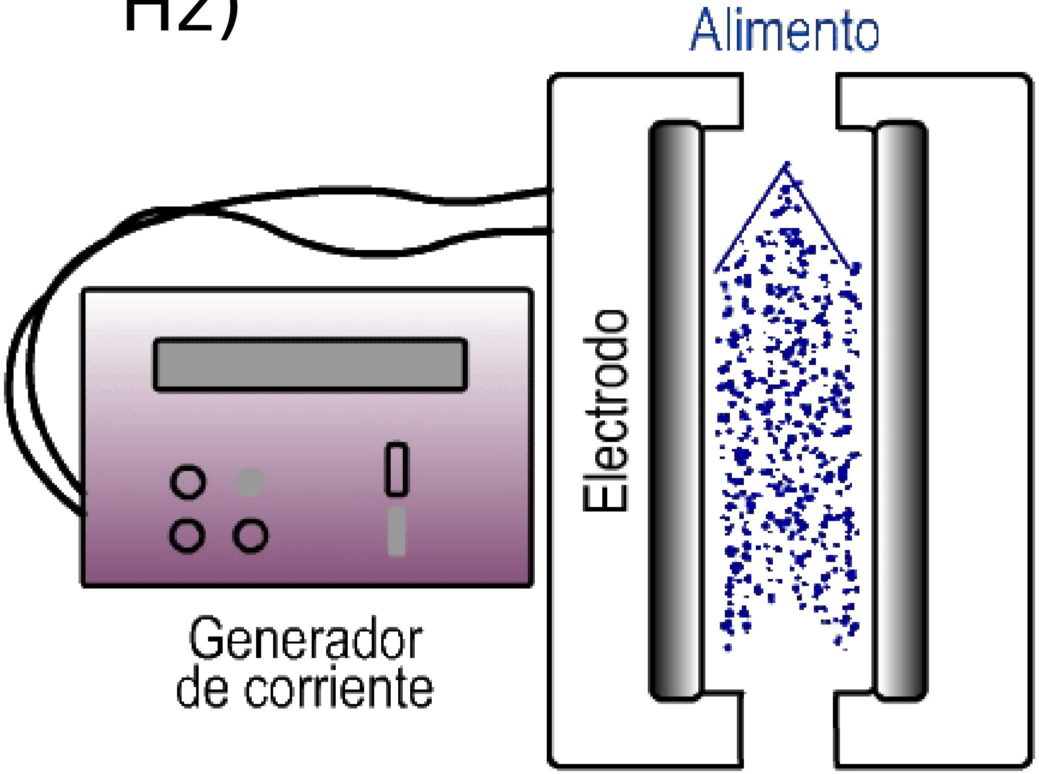
EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

- Calentamiento óhmico:
  50 – 25 000 Hz
- Radiofrecuencias:
  1 – 100 MHz
- Microondas:
  300MHz – 300GHz

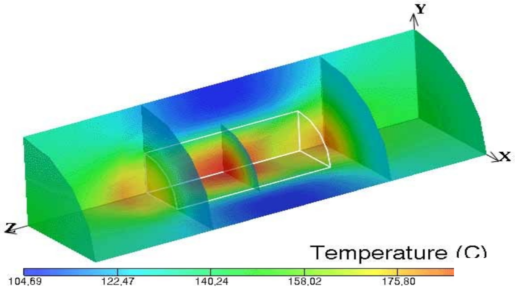

10^{3}Km
m
cm
λ
F
Radio A.M.
T.V.
Radar
Infrarrojo
luz visible
U.V.
Rayos x
Rayos γ
10
10^{3}
0 Hz
100
10^{4}
10^{6}
10^{8}
10^{10}
10^{12}
10^{14}
10^{16}
10^{18}
10^{20}
10^{22}
Radiación no ionizante
Radiación ionizante
+
Longitud de onda
−
−
Energía
+

Tecnologías térmicas novedosas

- **Calentamiento óhmico** (50 – 25000 Hz)


Alimento
Electrodo
Generador de corriente

- Intensidad de campo eléctrico
- Temperatura y tiempo
- Propiedades termofísicas


Y
X
Z
Temperature (C)
104,69
122,47
140,24
158,02
175,80

Tecnologías térmicas novedosas

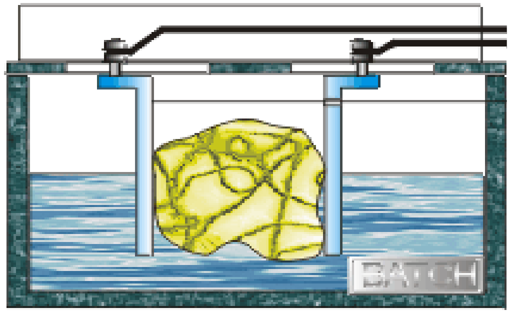
- **Calentamiento por radiofrecuencias**

(1-100 MHz)

- Producto homogéneo
- Riesgo de arco eléctrico

Radiofrecuencias con inmersión

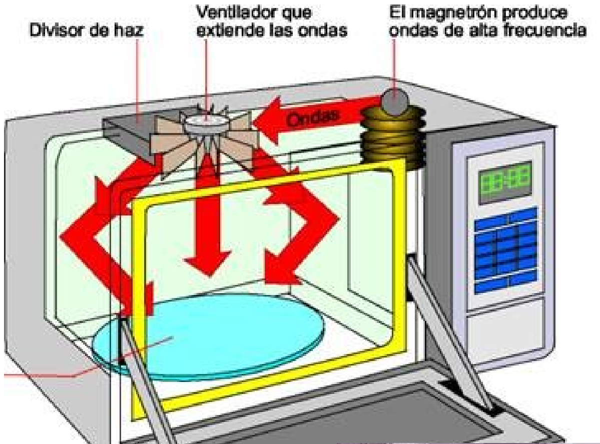
- Mayor uniformidad de calentamiento

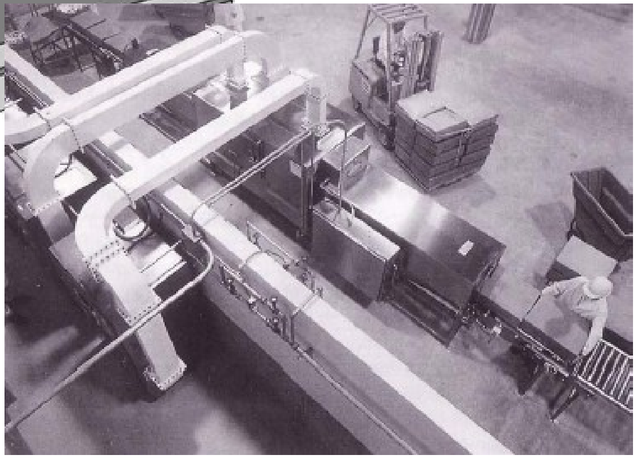


Tecnologías térmicas novedosas

- **Calentamiento por microondas**

(300 MHz – 300 GHz)

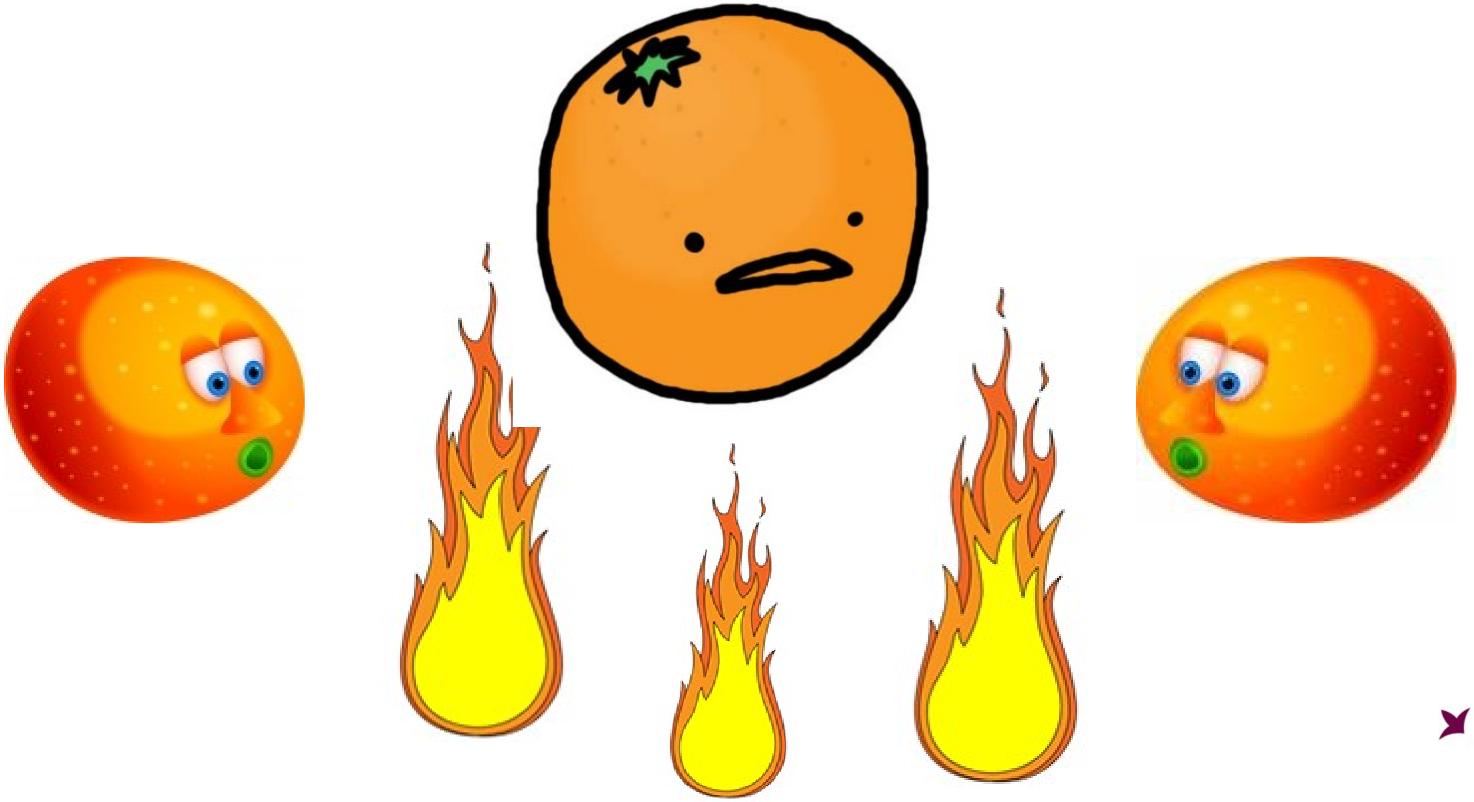

Divisor de haz
Ventilador que extiende las ondas
El magnetrón produce ondas de alta frecuencia
Ondas
88:88



- Espesor del alimento
- Poca uniformidad
- Calentamiento rápido

DESVENTAJAS

- Pérdida de nutrientes
- Modificación de las propiedades organolépticas



TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

- Ampliación de la oferta

- Características del producto fresco

TWISTED ORGANIC
FRESH POMEGRANATE AND RED GRAPE SUPERJUICE WITH A TWIST OF BLACKBERRY

- Incremento de la vida

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

- Irradiación
- Altas presiones
- Pulsos eléctricos
- Pulsos de luz
- Ultrasonidos
- Plasma frío
- Campos magnéticos

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

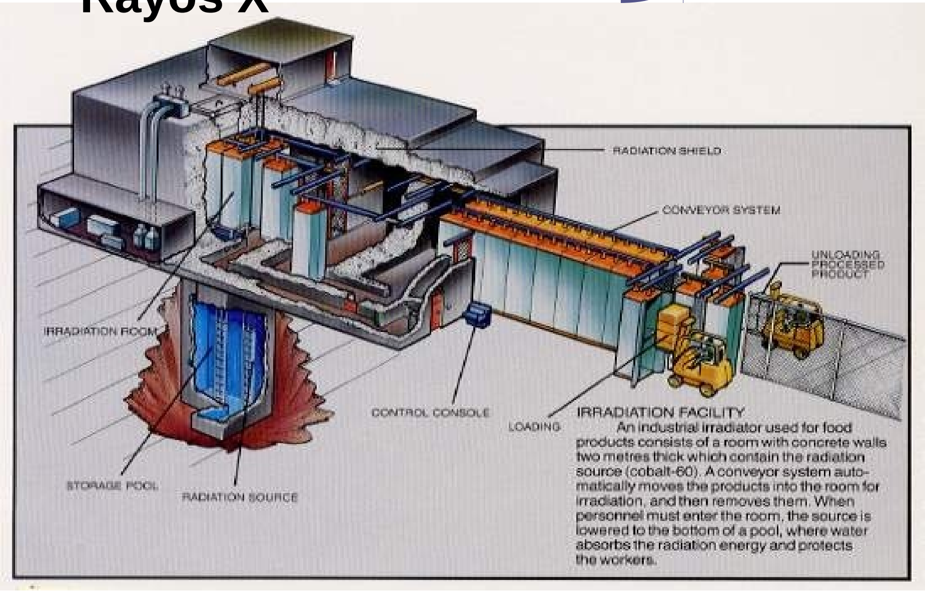
★ Irradiación

Rayos γ. C_{60}, Cs_{137}

Electrones acelerados

Rayos X

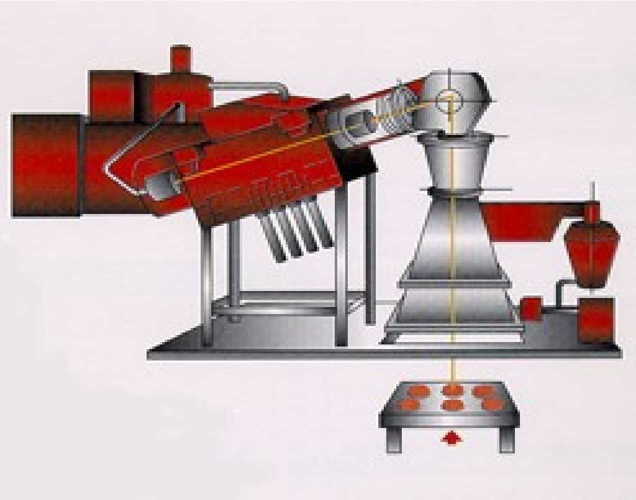
- ➢ Capacidad ionizante.
- ➢ Generación de iones y radicales libres de vida corta


RADIATION SHIELD
CONVEYOR SYSTEM
UNLOADING PROCESSED PRODUCT
IRRADIATION ROOM
CONTROL CONSOLE
LOADING
STORAGE POOL
RADIATION SOURCE

IRRADIATION FACILITY

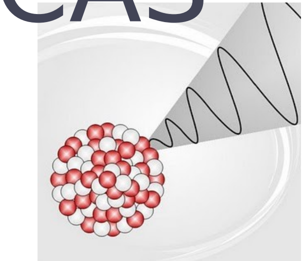
An industrial irradiator used for food products consists of a room with concrete walls two metres thick which contain the radiation source (cobalt-60). A conveyor system automatically moves the products into the room for irradiation, and then removes them. When personnel must enter the room, the source is lowered to the bottom of a pool, where water absorbs the radiation energy and protects the workers.

Instalación para el tratamiento con rayos γ (Co^{60})



Sistema de haz de electrones acelerados

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

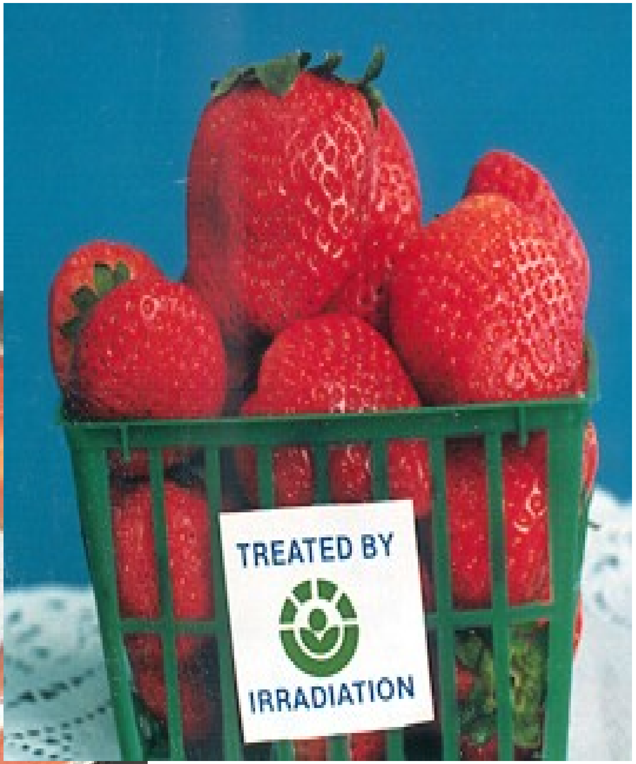


- **Irradiación**

Efecto	Dosis (kGy)
Inhibición de germinación	0.04 – 0.10
Paralización de la reproducción de insectos	0.03 – 0.20
Destrucción de insectos	1-3
Disminución de carga microbiana	1-4
Destrucción de patógenos (pasteurización)	1-6
Esterilización	15-50

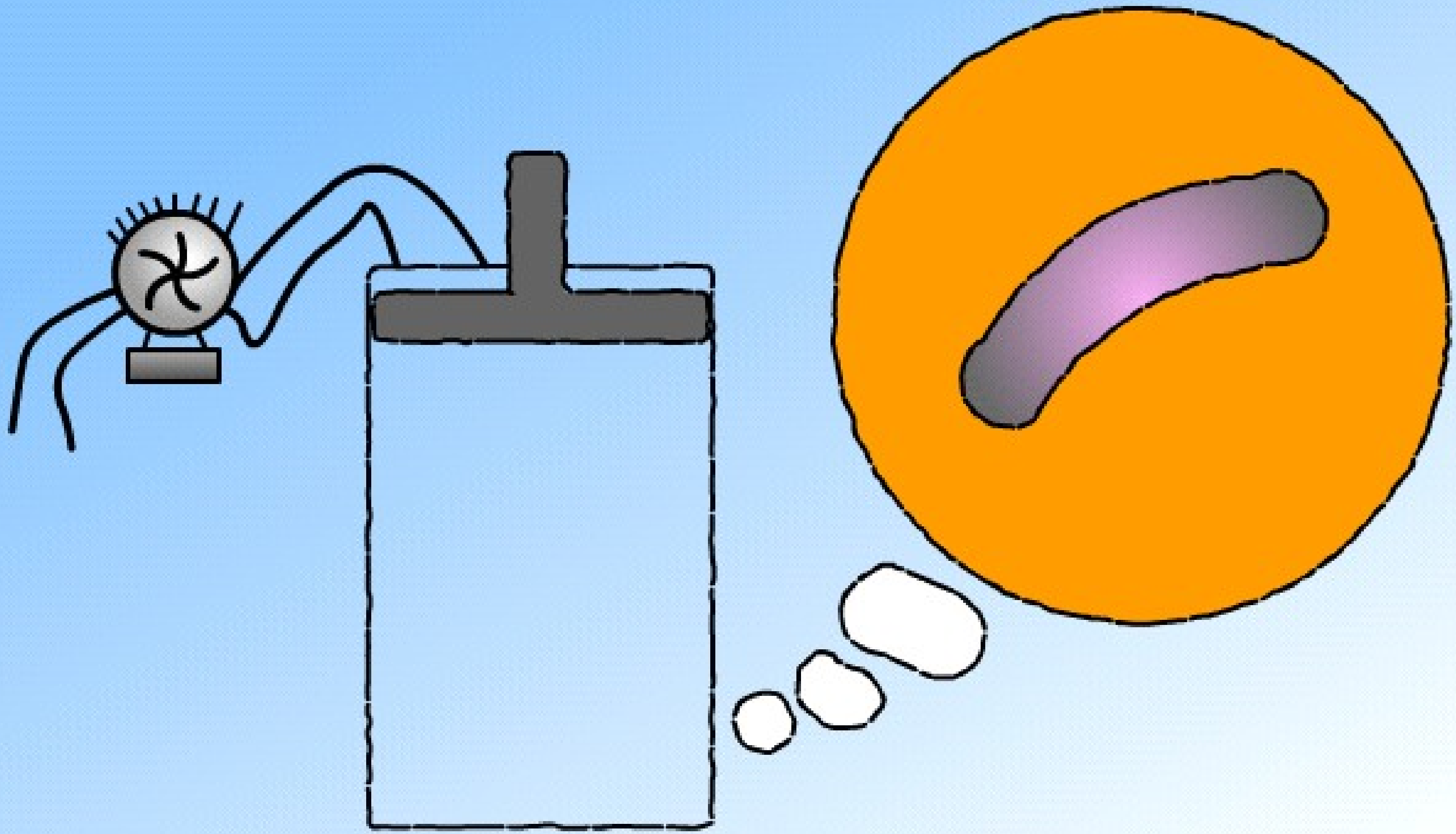
TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

- **Irradiación**


TREATED BY
IRRADIATION

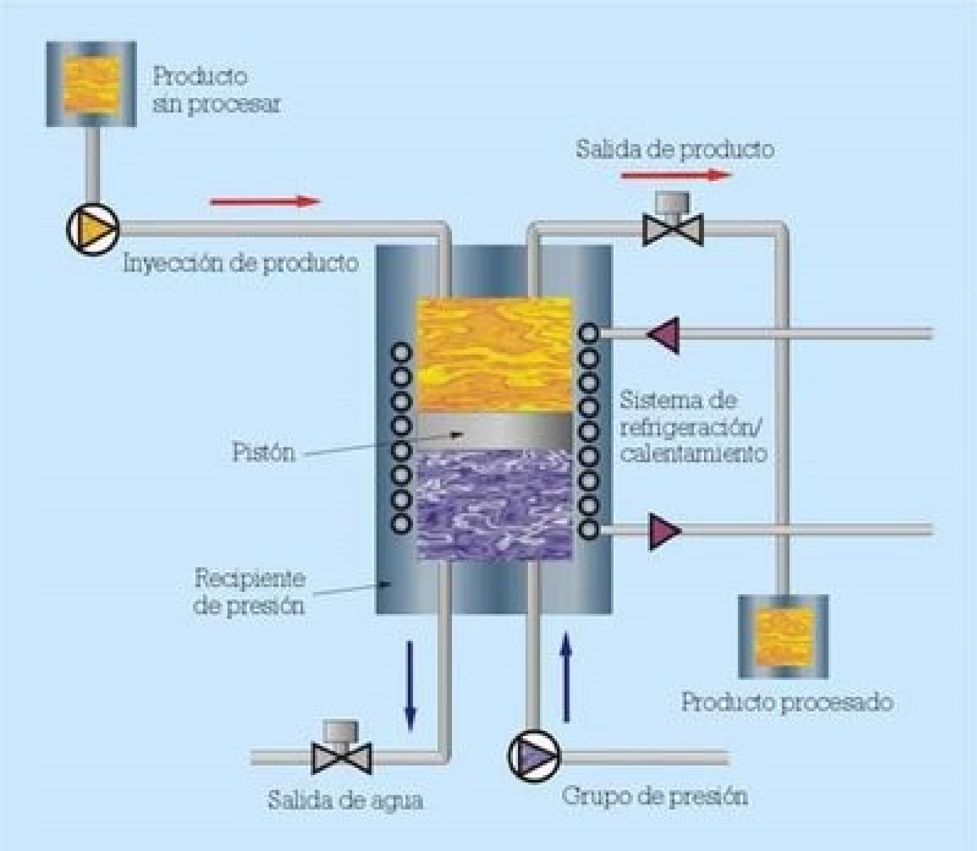
TRATAMIENTOS NO TÉRMICOS

Altas Presiones



TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

- **Altas presiones**


Producto sin procesar
Salida de producto
Inyección de producto
Sistema de refrigeración/ calentamiento
Pistón
Recipiente de presión
Producto procesado
Salida de agua
Grupo de presión

MEGA BURGER
Pizzakrem
FARM FRITES
Oven Croquettes

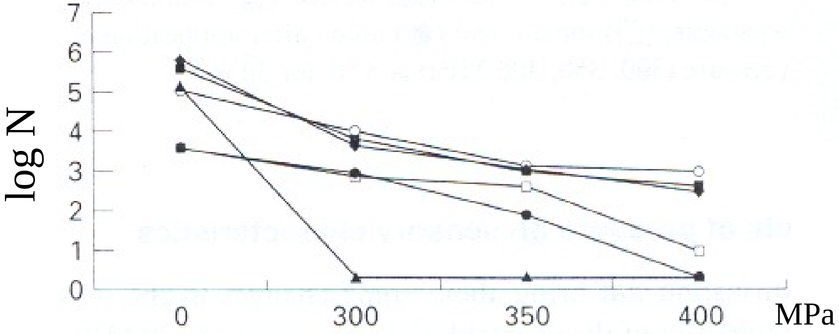
TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

- **Altas presiones**

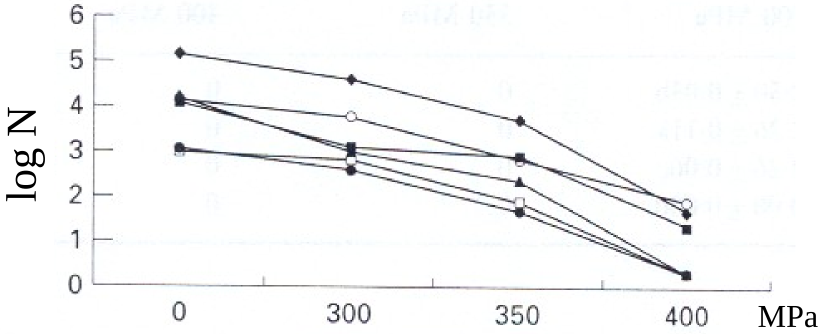
TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

★ Altas presiones

PRODUCTOS VEGETALES



Mesófilos aerobios



Hongos y levaduras

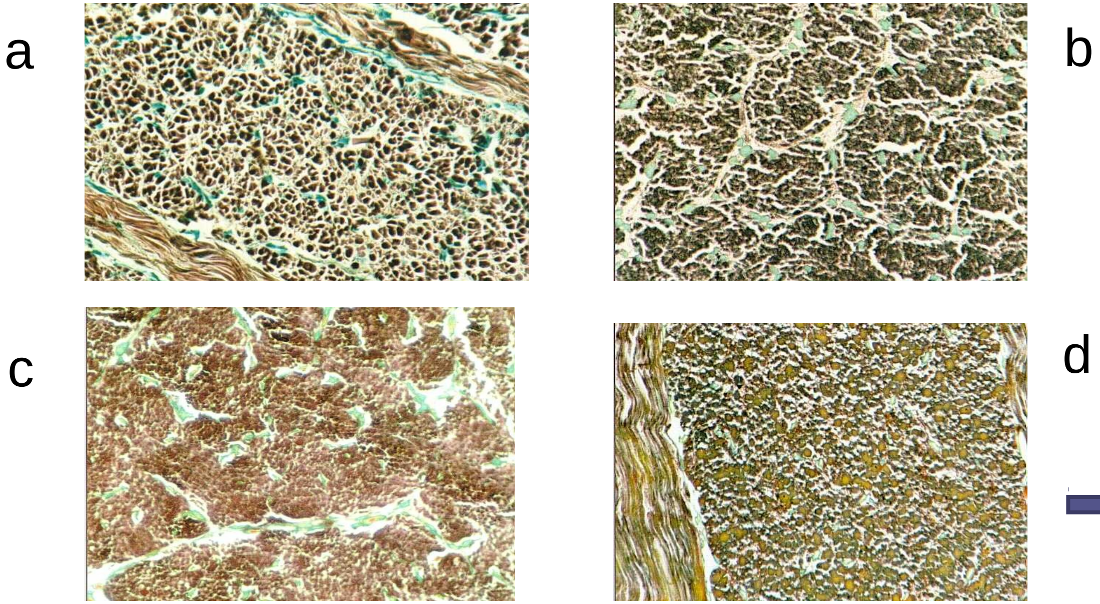
(♦) espinacas, (■) lechuga, (▲) col, (○) espárragos, (□) tomate y (●) cebolla tratados con altas presiones (300, 330 y 400 Mpa) a 5ºC durante 30 min.

Arroyo et al. (1999)

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

★ **Altas presiones**

ESTRUCTURA Y TEXTURA DE PULPO



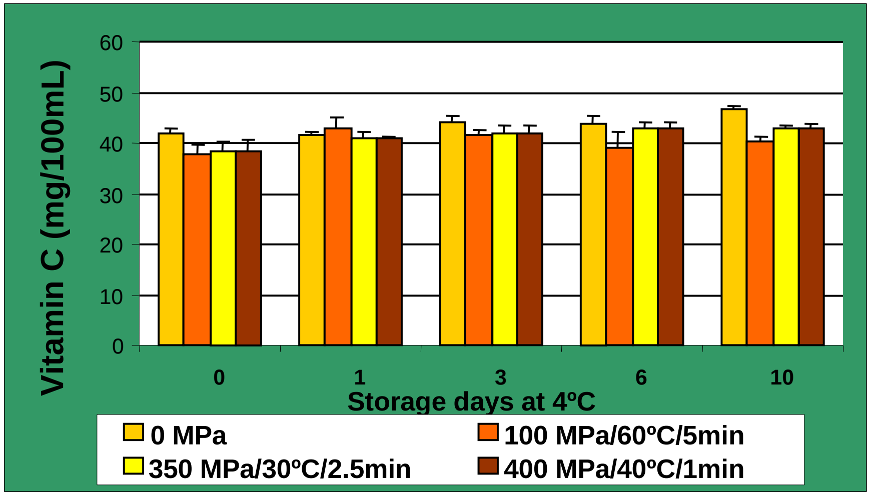
Menor exudado (12-14%) después de la cocción

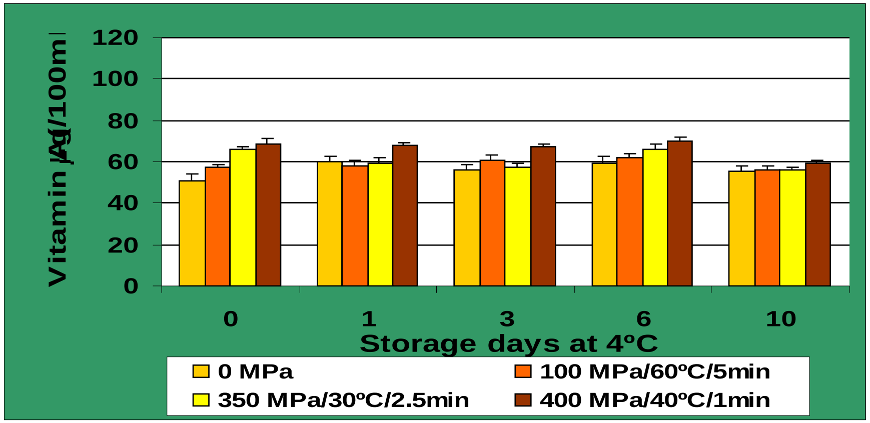
a) Control, **b)** Control 100°C, **c)** 400MPa/7°C (3 ciclos, 5 min) + 100°C, **d)** 400MPa/40°C (3 ciclos, 5 min) + 100°C

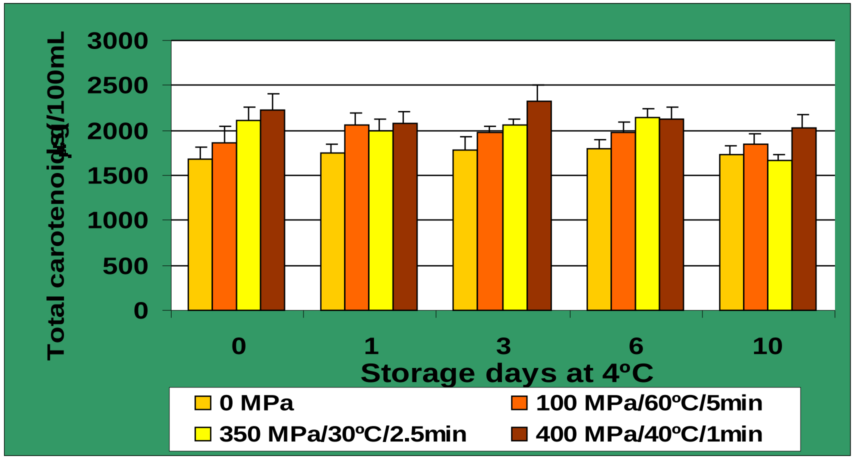
Hurtado et al. (2001)

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

★ Altas presiones



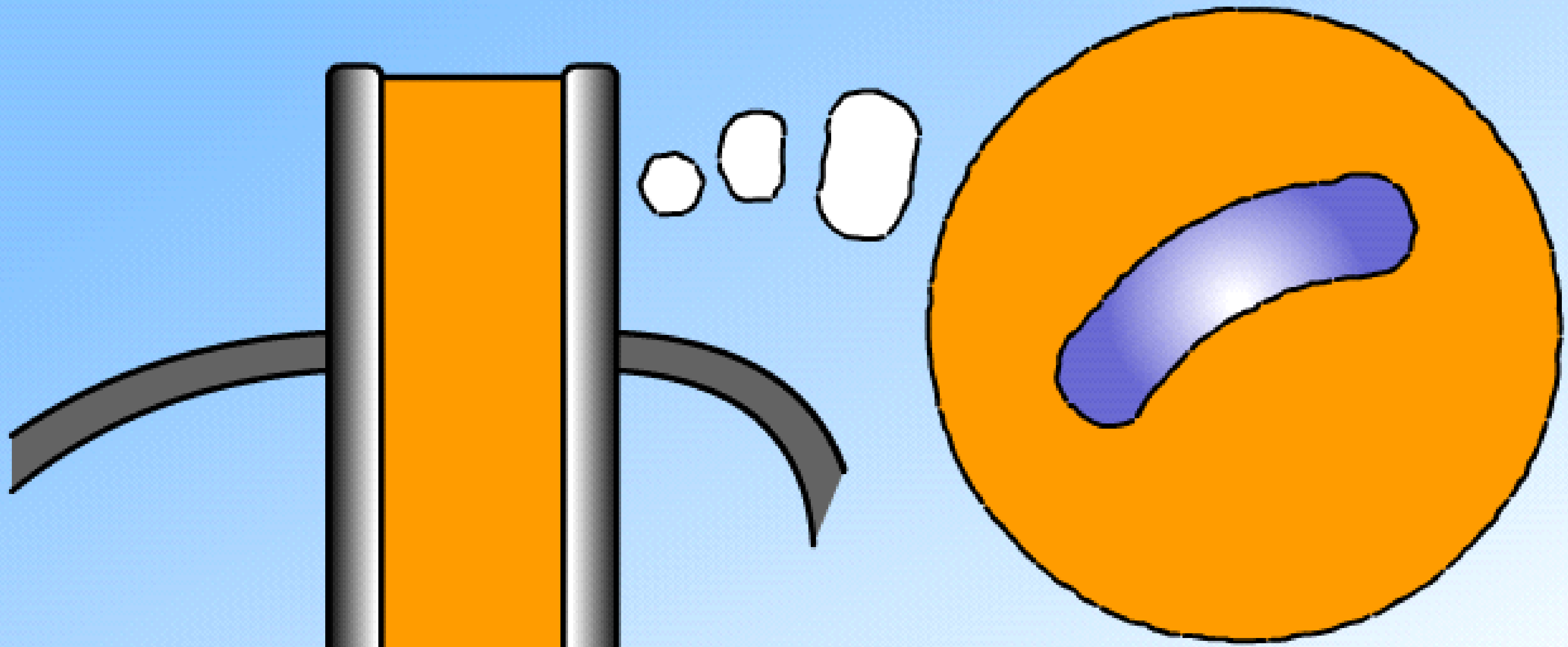




Sánchez-Moreno et al. (2003)

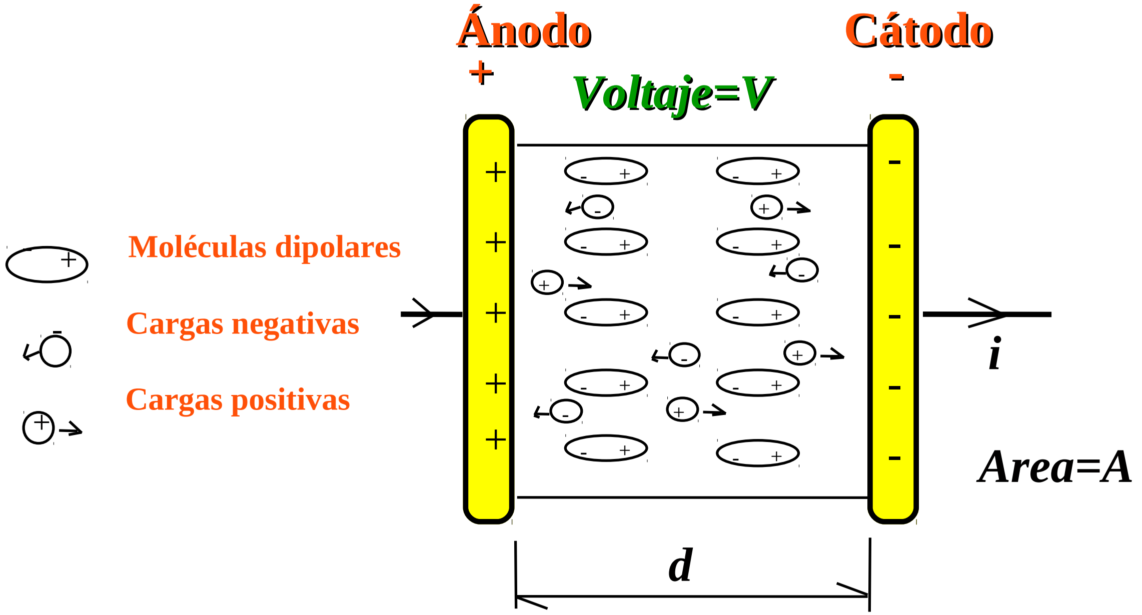
TRATAMIENTOS NO TÉRMICOS

Pulsos Eléctricos de Alta Intensidad de Campo



TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

★ **Pulsos Eléctricos de Alta Intensidad de Campo**

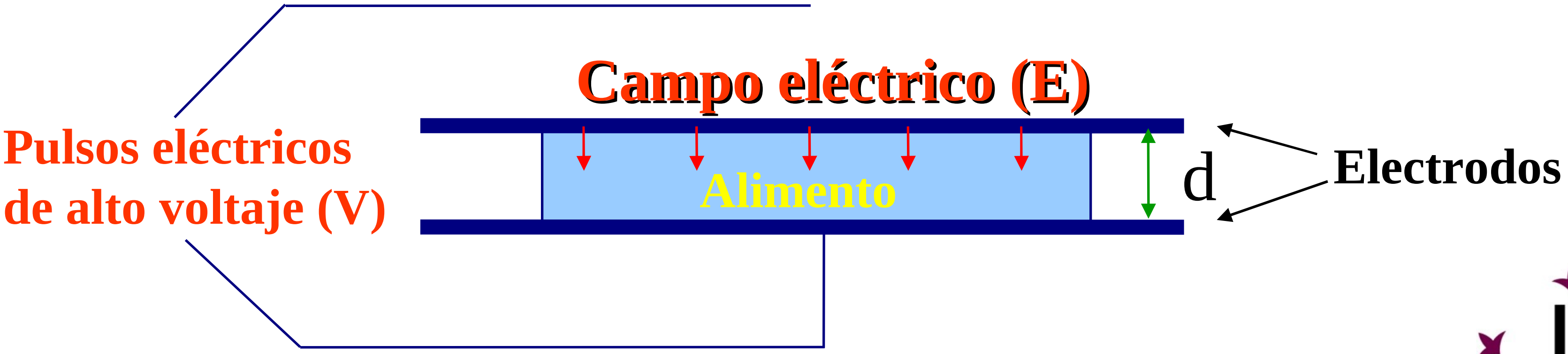


Moléculas dipolares

Cargas negativas

Cargas positivas

Ánodo
+
Cátodo
-
Voltaje=V
i
Area=A
d



Pulsos eléctricos de alto voltaje (V)

Campo eléctrico (E)

Alimento

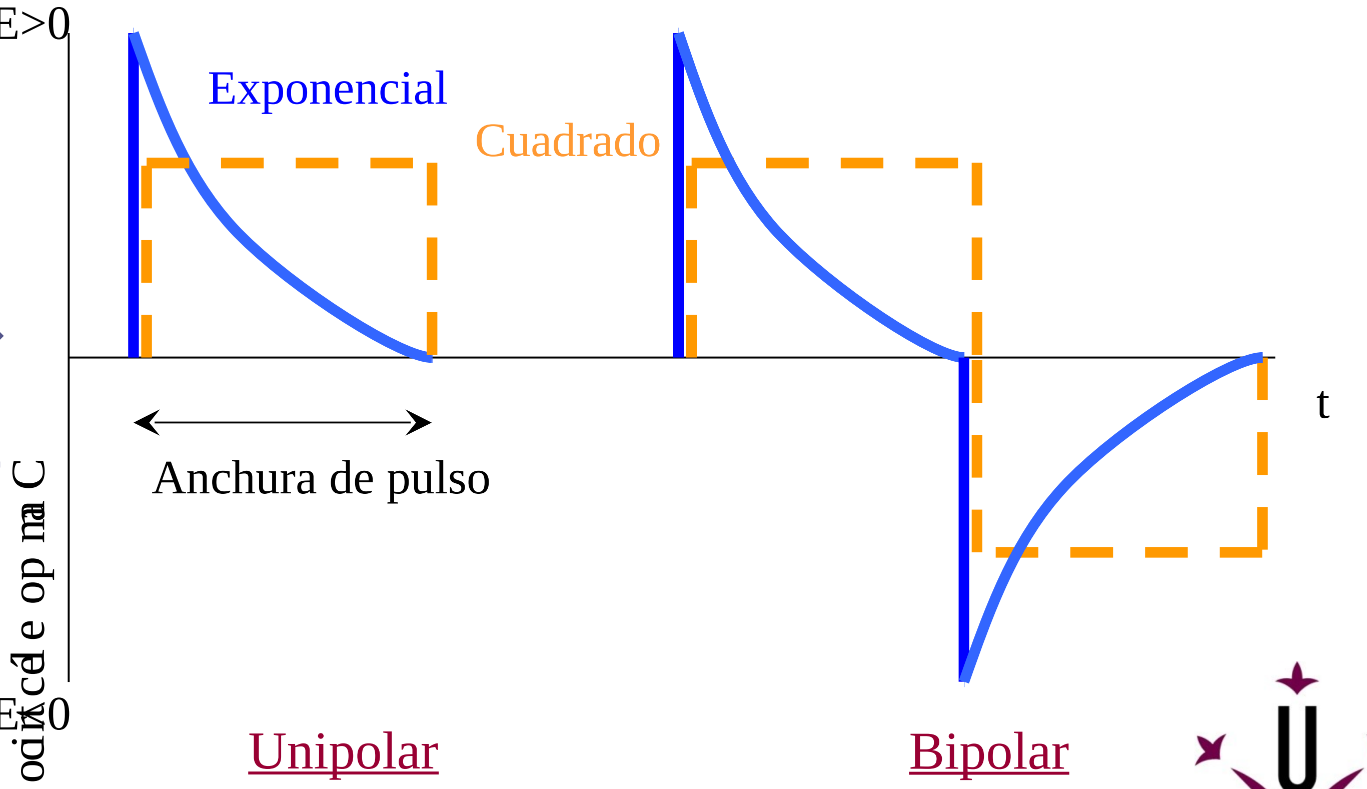
d

Electrodos

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

Pulsos Eléctricos de Alta Intensidad de Campo

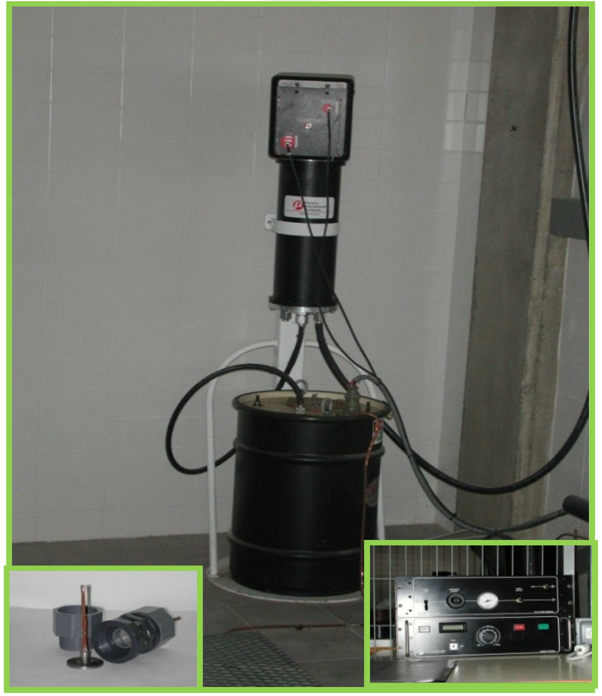
Formas de aplicación de pulsos


E>0
Exponencial
Cuadrado
t
Anchura de pulso
E<0
Unipolar
Bipolar

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

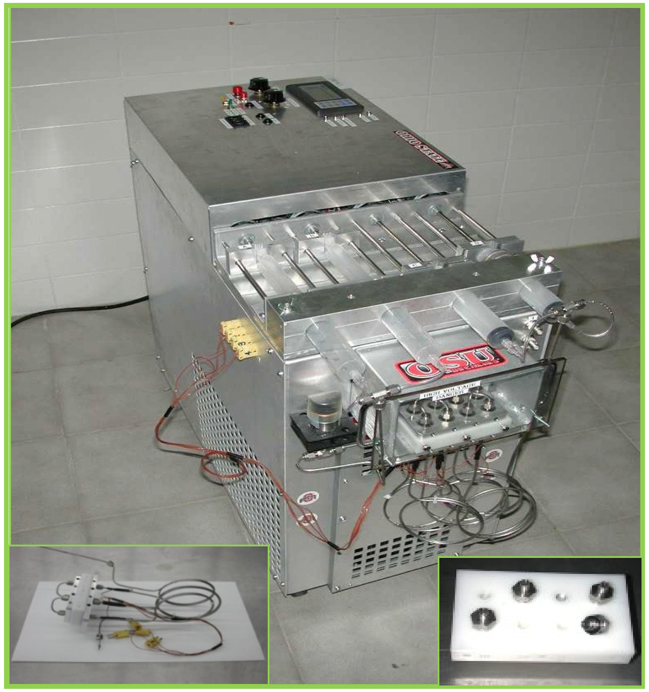
Pulsos Eléctricos de Alta Intensidad de Campo

Modo discontinuo



Generador de pulsos: TG-70

Modo continuo

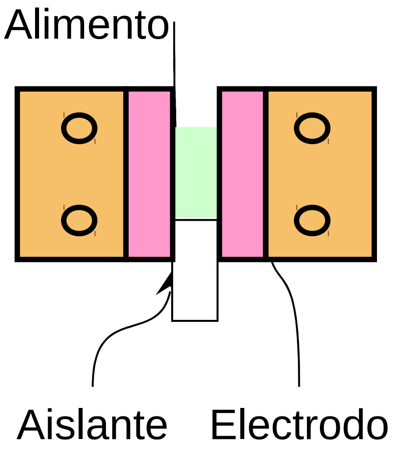
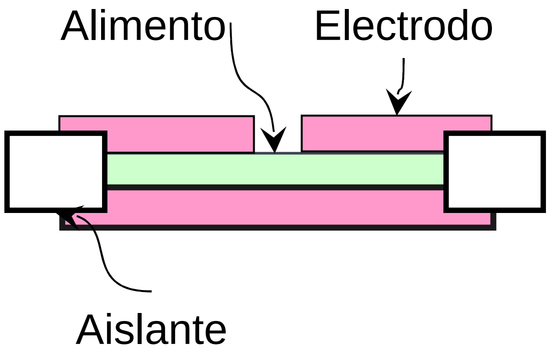
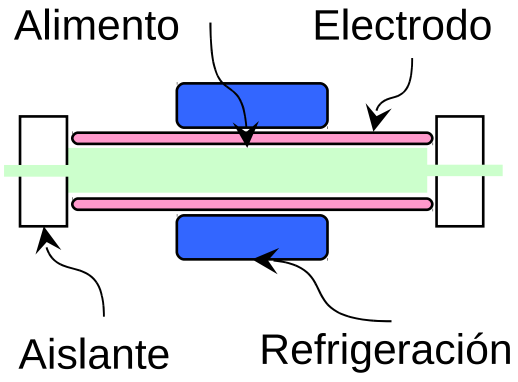


Generador de pulsos OSU-4F

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

Pulsos Eléctricos de Alta Intensidad de Campo

Cámaras de tratamiento

Sale y Hamilton, 1967	Dunn y Pearlman, 1987	Zhang, 1996
		

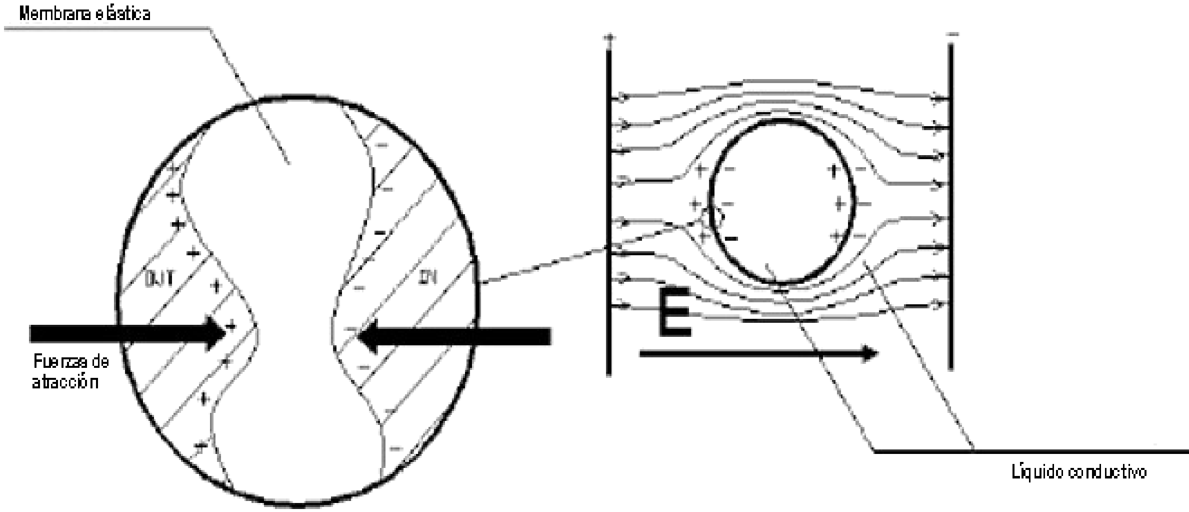
Alimento
Aislante
Electrodo

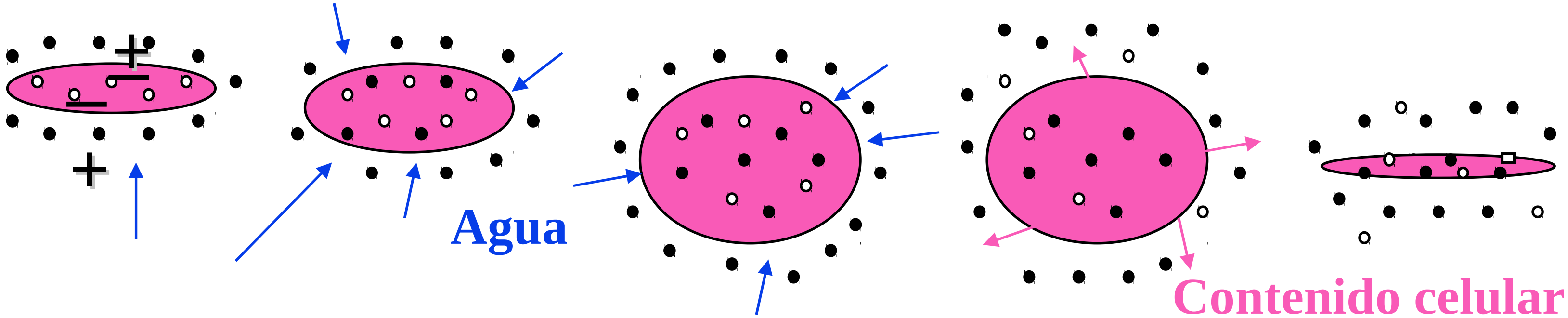
Alimento
Electrodo
Aislante

Alimento
Electrodo
Aislante
Refrigeración

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

- ★ **Pulsos Eléctricos de Alta Intensidad de Campo**


Membrana elástica
OUT
IN
Fuerza de atracción
E
Líquido conductivo



Agua

Contenido celular

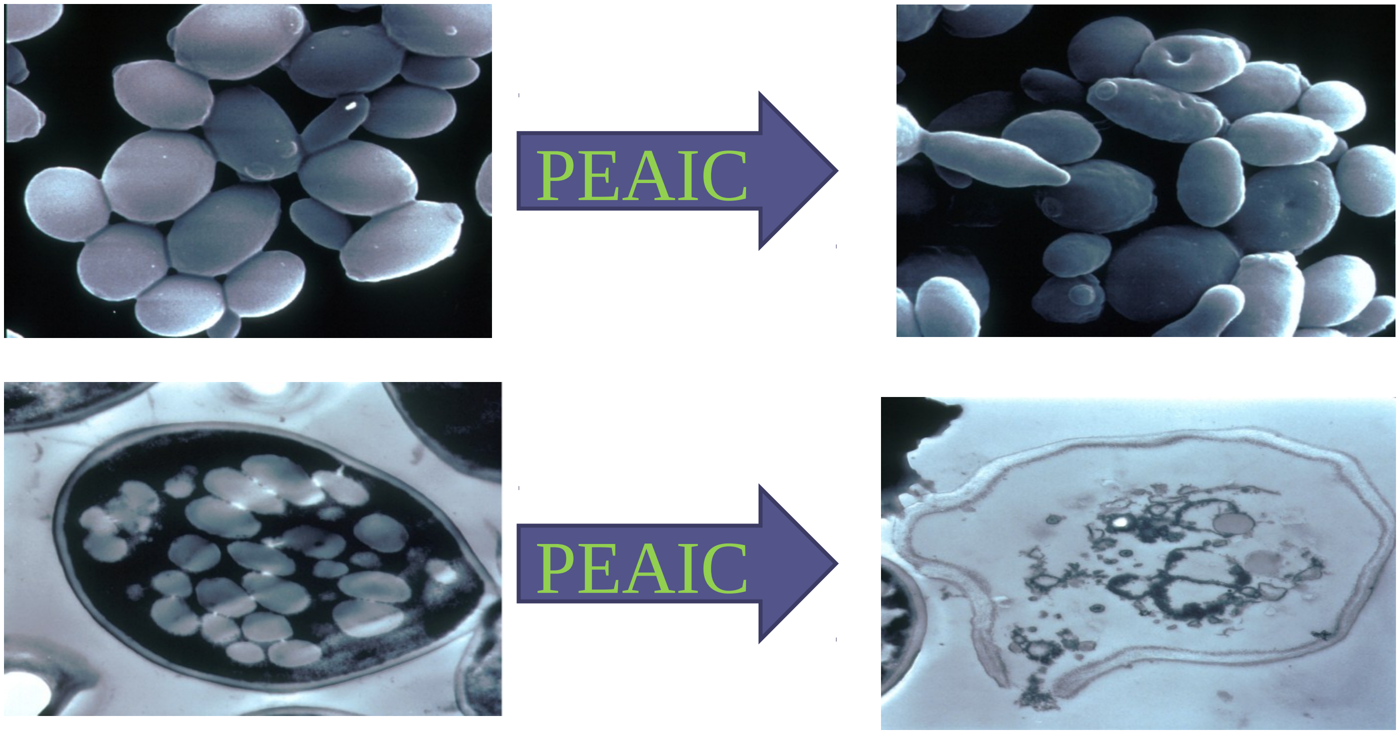
Iniciación del poro

Destrucción del microrganismo

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

★ **Pulsos Eléctricos de Alta Intensidad de Campo**

S. cerevisiae



SEM

PEAIC

TEM

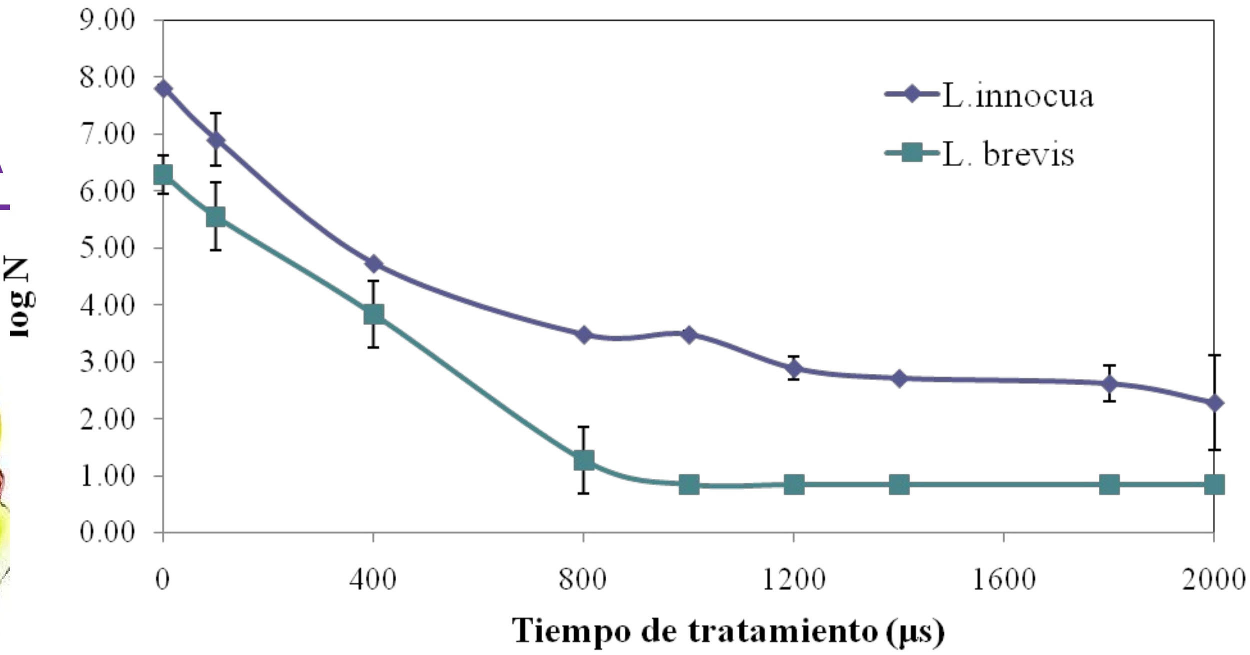
PEAIC

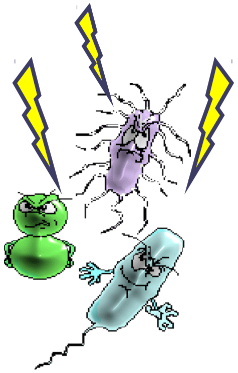
Elez-Martínez et al. (2004)

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

Pulsos Eléctricos de Alta Intensidad de Campo

BEBIDA MIXTA ZUMO FRUTAS-SOJA





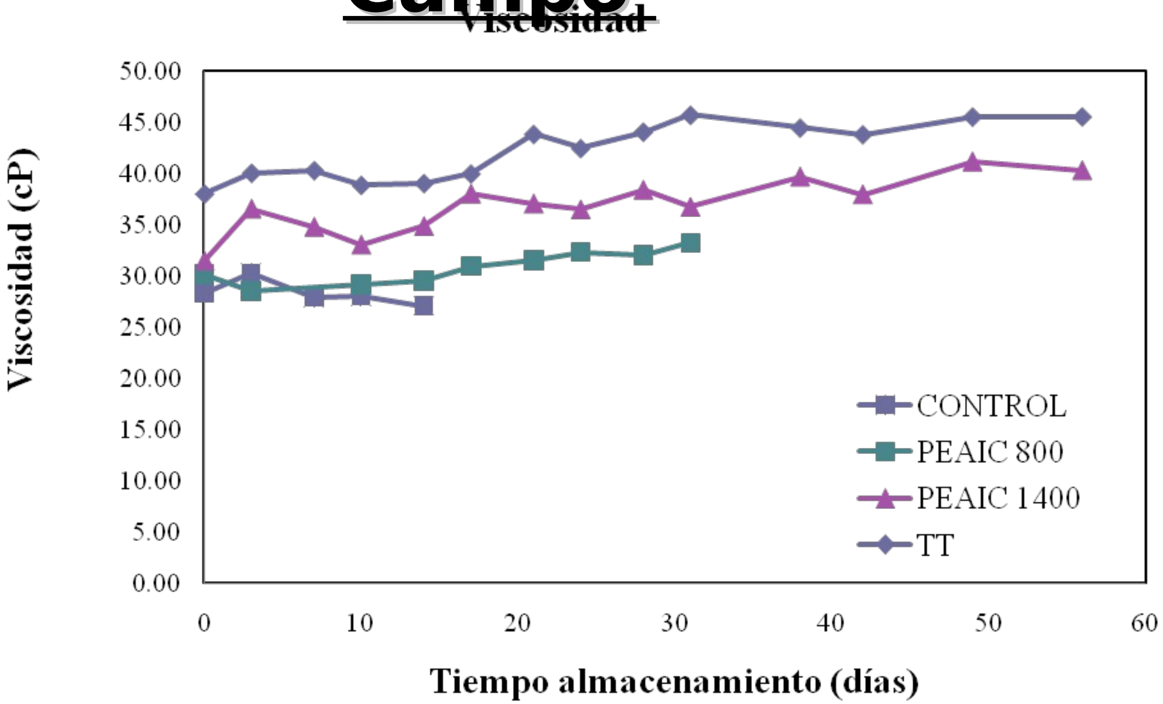
Inactivación de M.O. patógenos y deteriorativos

Morales-de la Peña et al. (2010)

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

★ Pulsos Eléctricos de Alta Intensidad de Campo

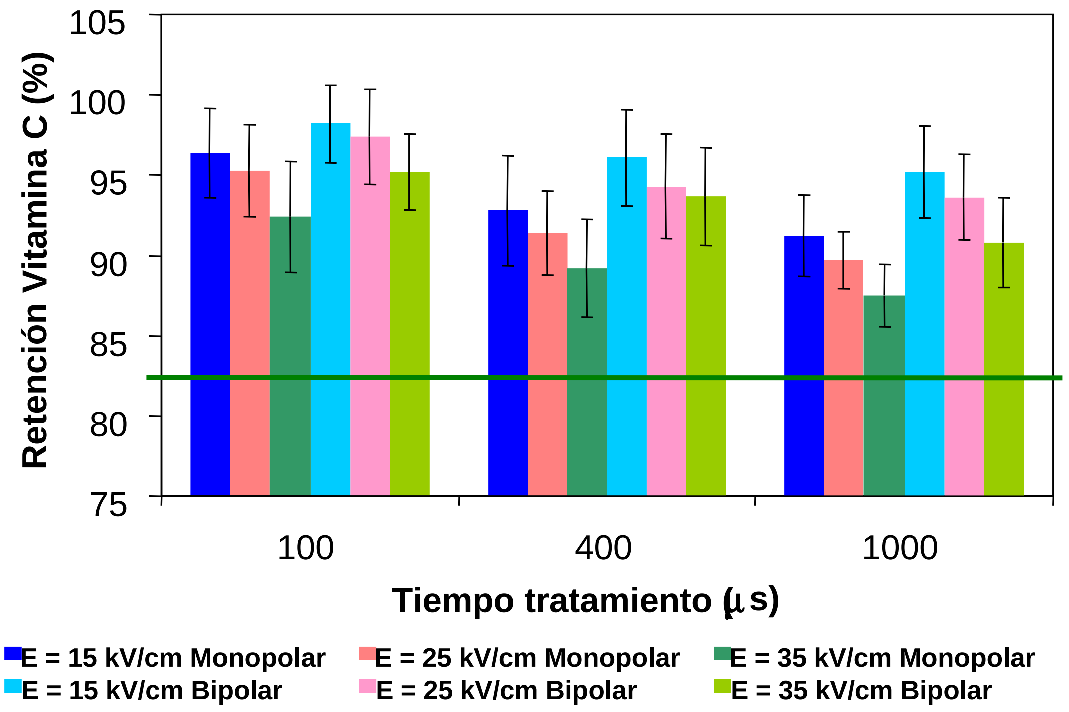
BEBIDA MIXTA ZUMO FRUTAS-SOJA



Morales-de la Peña et al. (2010)

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

★ Pulsos Eléctricos de Alta Intensidad de Campo



f = 200 Hz

τ = 4 μs

— Tratamiento térmico

Elez-Martínez et al. (2004)

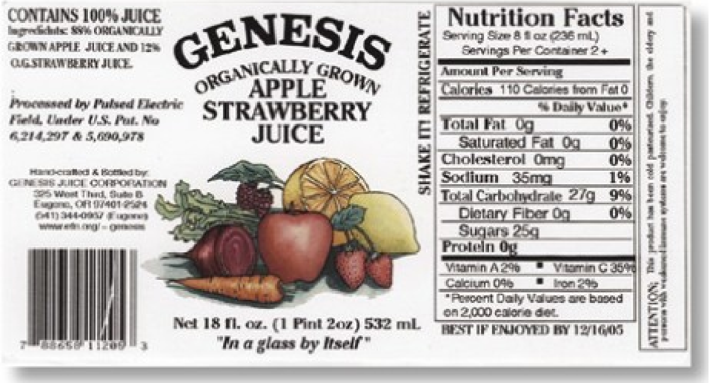
TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

★ **Pulsos Eléctricos de Alta Intensidad de Campo**

GENESIS
GINGER HONEY LEMONADE
GENESIS
GINGER HONEY LEMONADE
GENESIS
STRAWBERRY HONEY LEMONADE
GENESIS
STRAWBERRY HONEY LEMONADE
SHAKE IT! REFRIGERATE
Nutrition Facts

Juices pasteurized by PEF are being marketed by Genesis Juice Cooperative in the Portland, Ore., area. Labels state that the product is "Processed by Pulsed Electric Field."

Clark, 2006

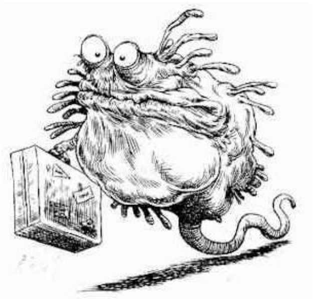

CONTAINS 100% JUICE
Ingredients: 88% ORGANICALLY GROWN APPLE JUICE AND 12% O.G.STRAWBERRY JUICE.
Processed by Pulsed Electric Field, Under U.S. Pat. No 6,214,297 & 5,690,978
Hand-crafted & Bottled by: GENESIS JUICE CORPORATION
GENESIS
ORGANICALLY GROWN
APPLE STRAWBERRY JUICE
SHAKE IT! REFRIGERATE
Nutrition Facts
Serving Size 8 fl oz (236 mL)
Servings Per Container 2+
Amount Per Serving
Calories 110 Calories from Fat 0
% Daily Value*
Total Fat 0g 0%
Saturated Fat 0g 0%
Cholesterol 0mg 0%
Sodium 35mg 1%
Total Carbohydrate 27g 9%
Dietary Fiber 0g 0%
Sugars 25g
Protein 0g
Vitamin A 2% • Vitamin C 35%
Calcium 0% • Iron 2%
*Percent Daily Values are based on 2,000 calorie diet.
Net 18 fl. oz. (1 Pint 2oz) 532 mL
"In a glass by Itself"
BEST IF ENJOYED BY 12/16/05
ATTENTION:

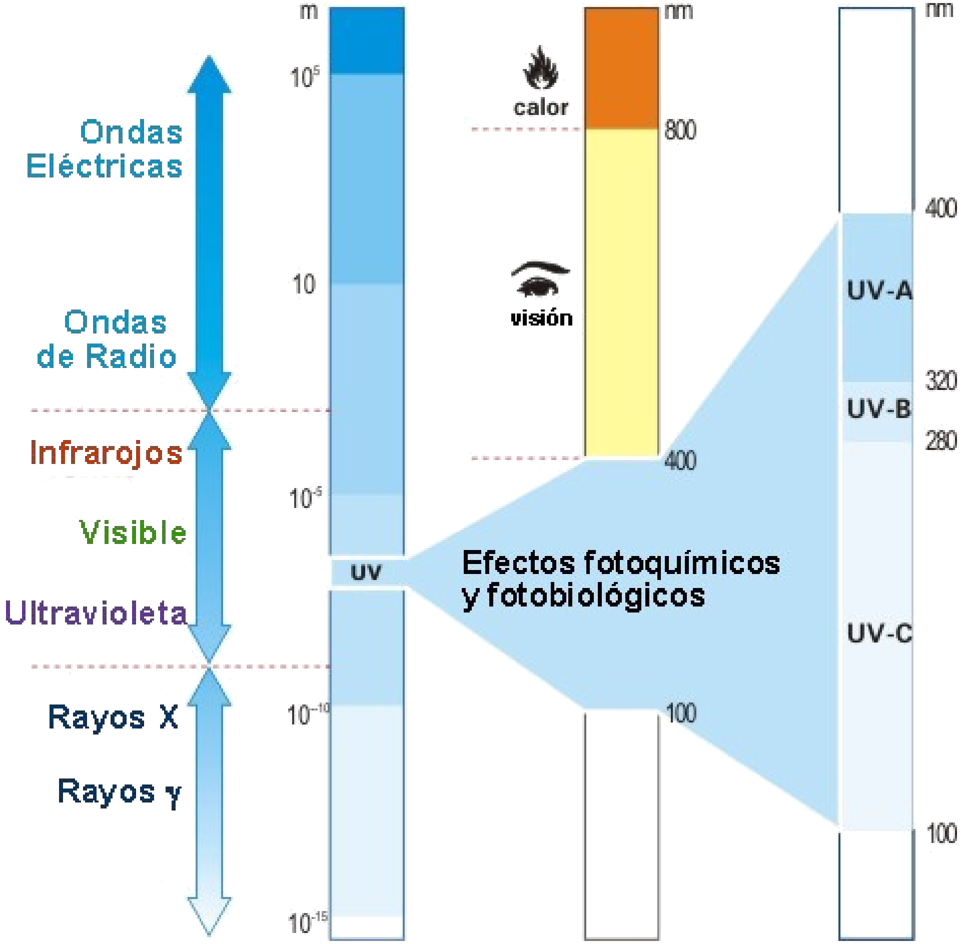
Primera aparición comercial: EEUU

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

- **Pulsos de luz**

UV (100-400 nm)
Vis (400-700 nm)
IR (700-1100 nm)




Ondas Eléctricas
Ondas de Radio
Infrarojos
Visible
Ultravioleta
Rayos X
Rayos γ
m
10^5
10
10^{-5}
UV
10^{-10}
10^{-15}
calor
visión
nm
800
400
100
Efectos fotoquímicos y fotobiológicos
nm
400
UV-A
320
UV-B
280
UV-C
100

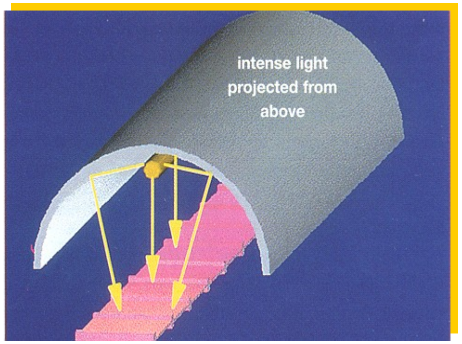
Mutaciones DNA

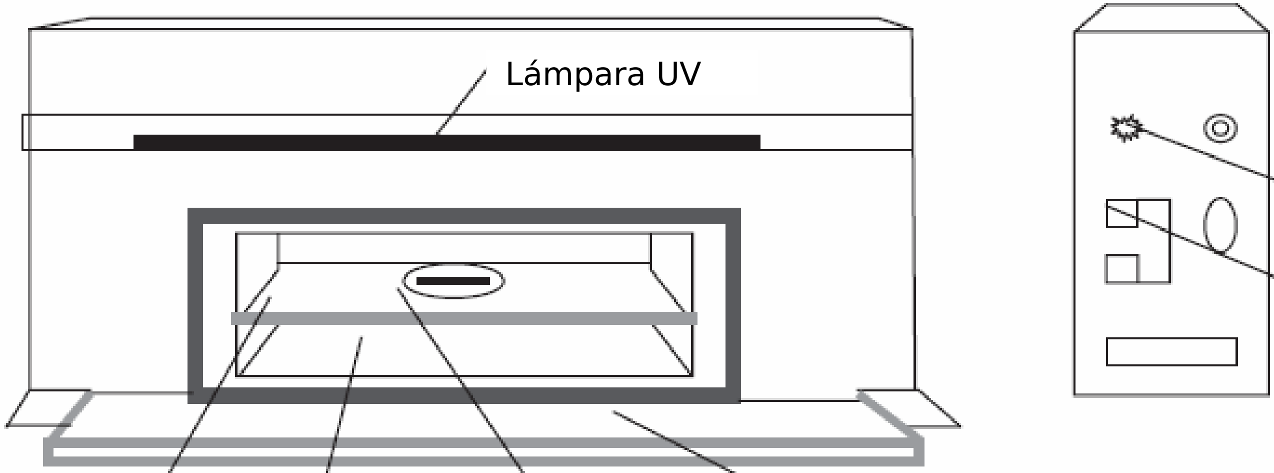
Inactivación M.O.

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

- **Pulsos de luz**

Lámpara/reflector


intense light
projected from
above



Lámpara UV

Encendido

Cronómetro

Cámara

Puerta de la

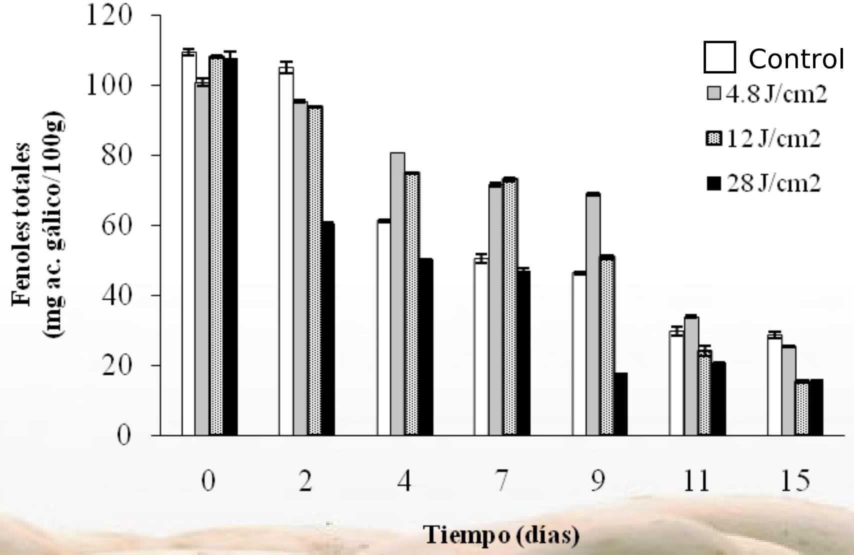
Bandeja

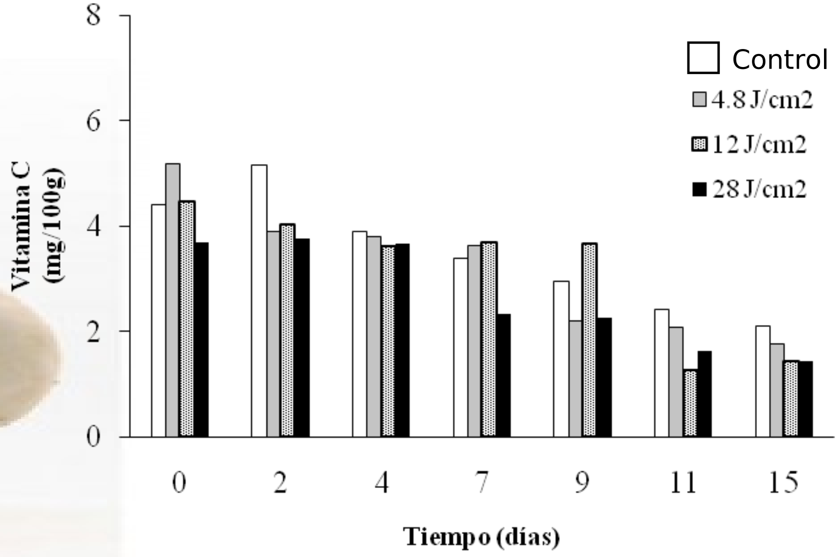
Muestra

Diagrama esquemático de un equipo de pulsos de luz-UV

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

★ **Pulsos de luz**

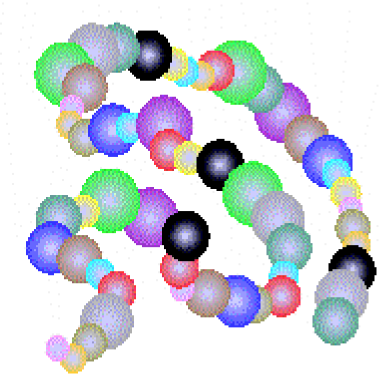


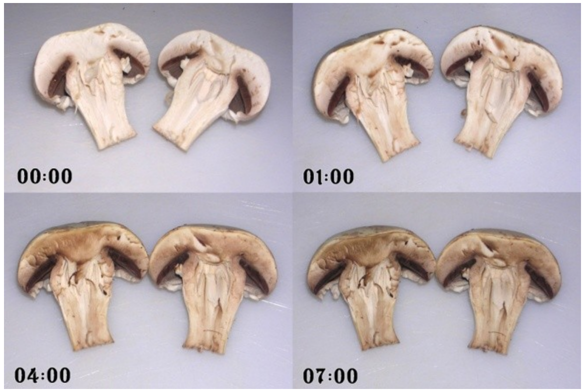


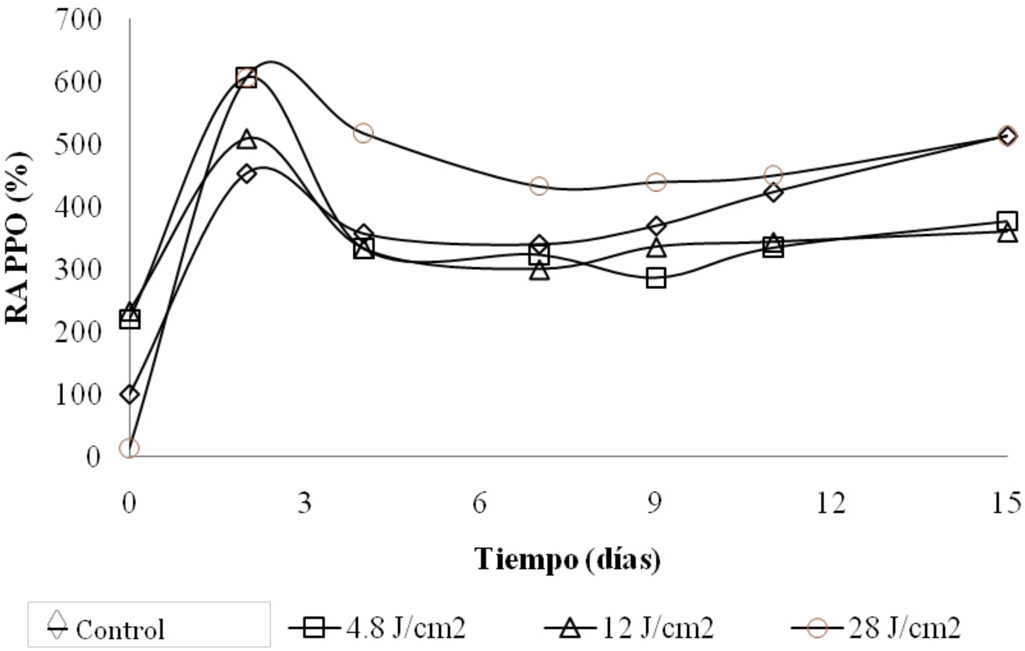
Oms-Oliu et al. (2010)

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

- ★ **Pulsos de luz**




00:00
01:00
04:00
07:00



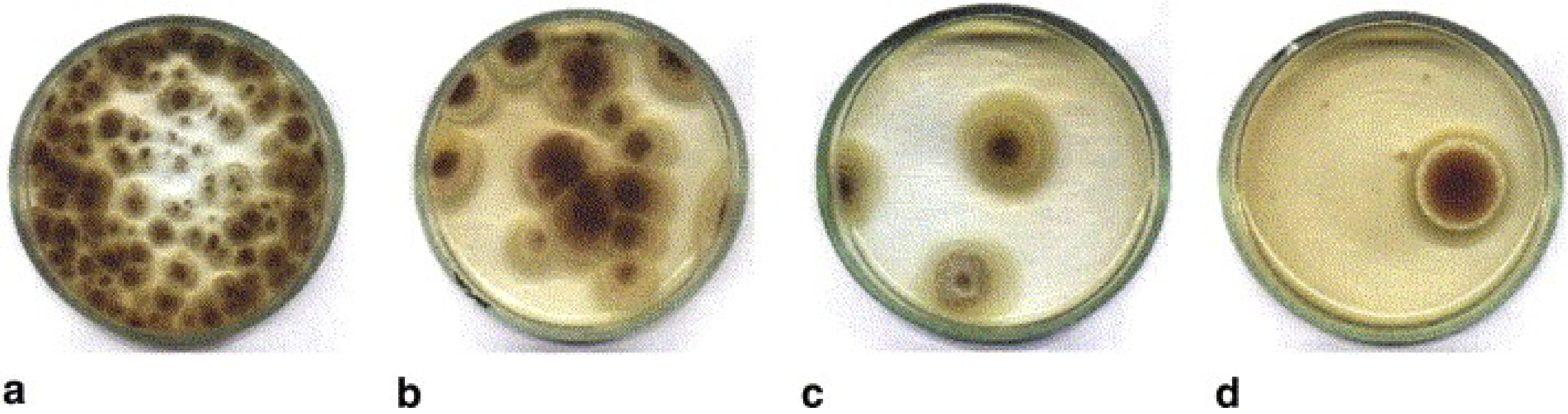
Actividad enzimática Polifenol oxidasa

Oms-Oliu et al. (2010)

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

- **Pulsos de luz**

Esporas *Aspergillus cinnamomeus*



a) Control, b)0.497 J/cm², c) 0.716 J/cm², d) 0.977 J/cm²

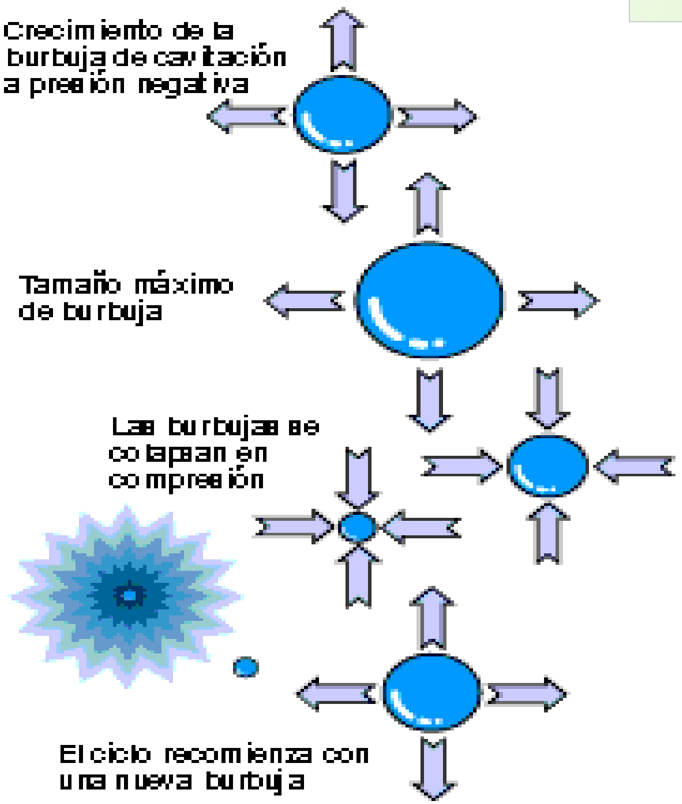
Tiempo tratamiento= 20 minutos

Turtoi y Nicolau (2007

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

Ultrasonido

Energía generada por ondas sonoras de 20.000 o más vibraciones por segundo

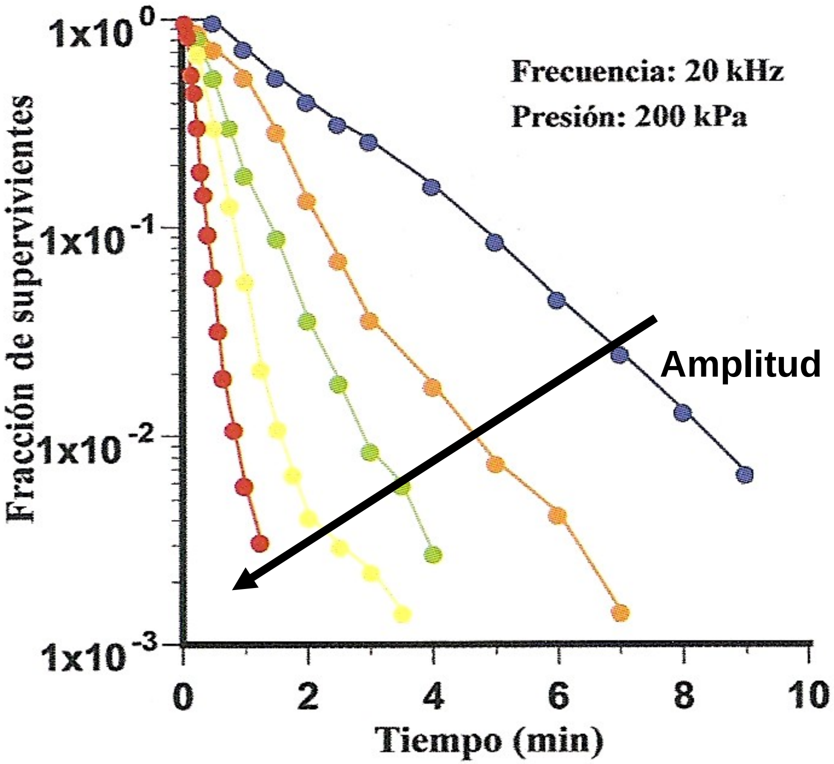

Crecimiento de la burbuja de cavitación a presión negativa
Tamaño máximo de burbuja
Las burbujas se colapsan en compresión
El ciclo recomienza con una nueva burbuja

Factores

- Frecuencia
- Viscosidad
- Temperatura
- Presión externa
- Intensidad

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

- **Ultrasonido**



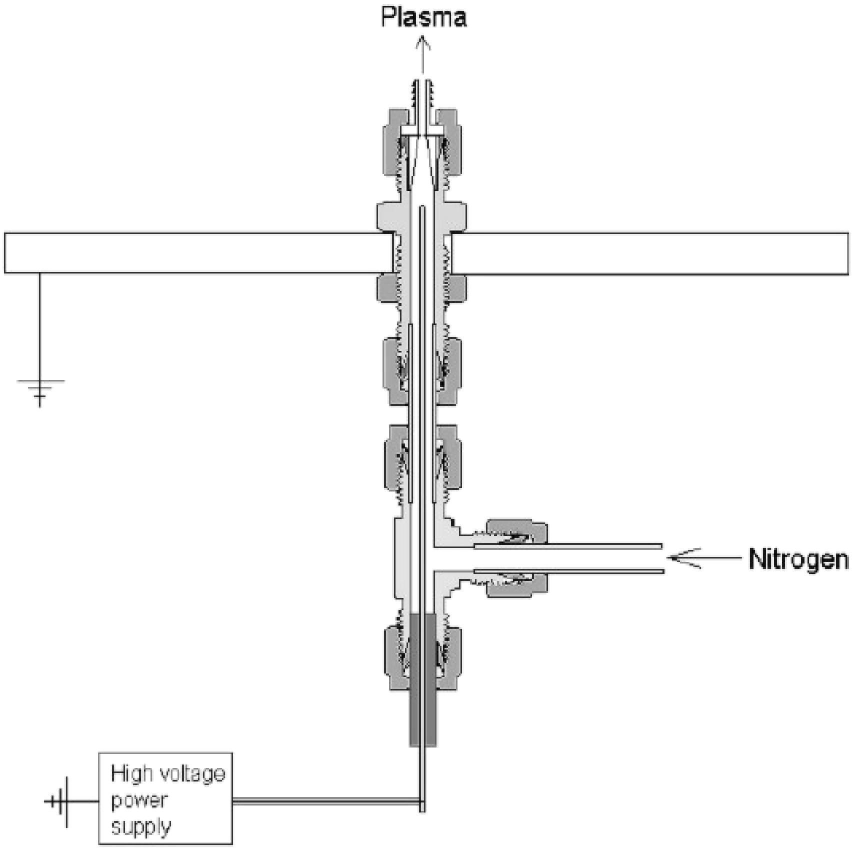
Yersinia enterocolítica

- Inactivación de M.O. (patógenos y deteriorativos)

Pagán y García (2007)

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

- **Plasma frío**


Plasma
Nitrogen
High voltage power supply

Excitación de un gas mediante exposición a un campo eléctrico

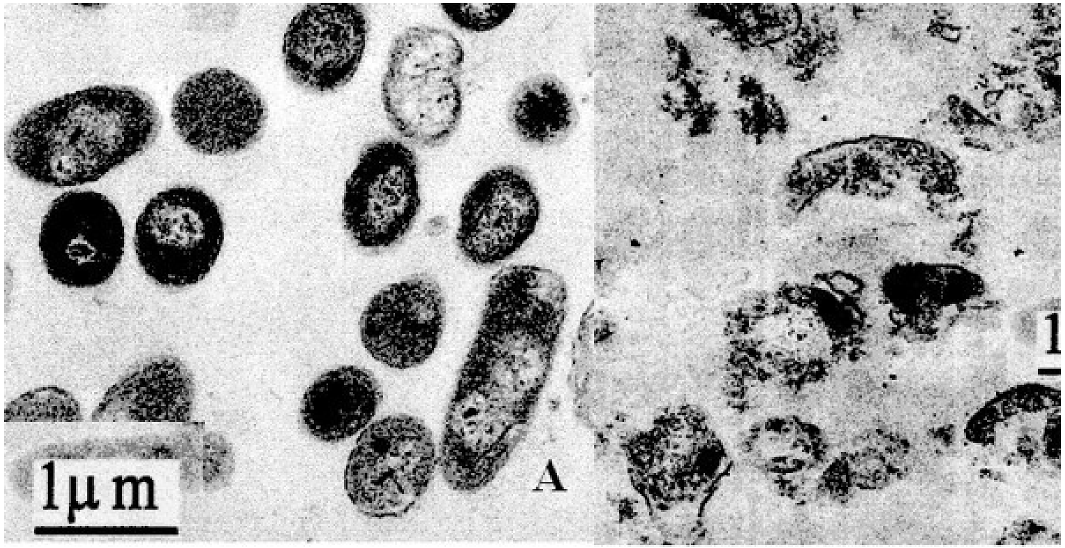
TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

★**Plasma frío**

- ★ Tratamiento en fase gaseosa.
- ★ Acción física sobre el producto.
- ★ Tratamiento superficial a baja temperatura (<40ºC)

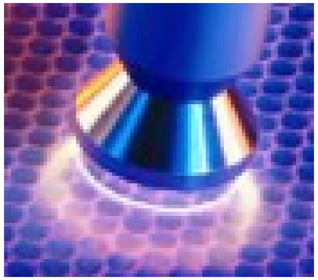
Mecanismos de inactivación microbiana:

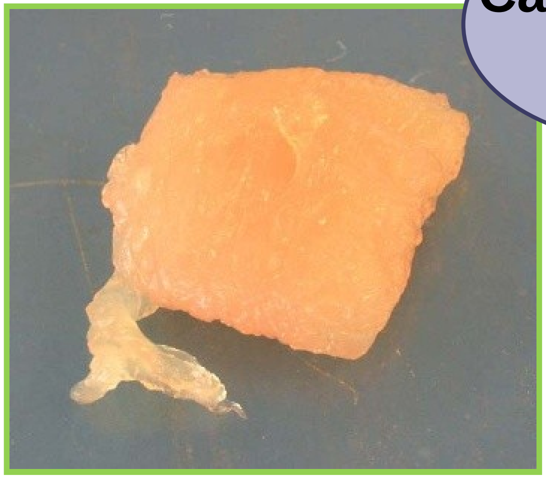
- ★ Fotones UV
- ★ Radicales libres: O_2^-, OH·, H_2O_2, O_3



TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

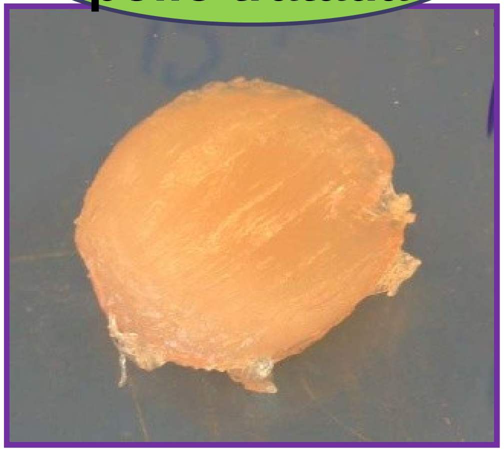
- **Plasma frío**





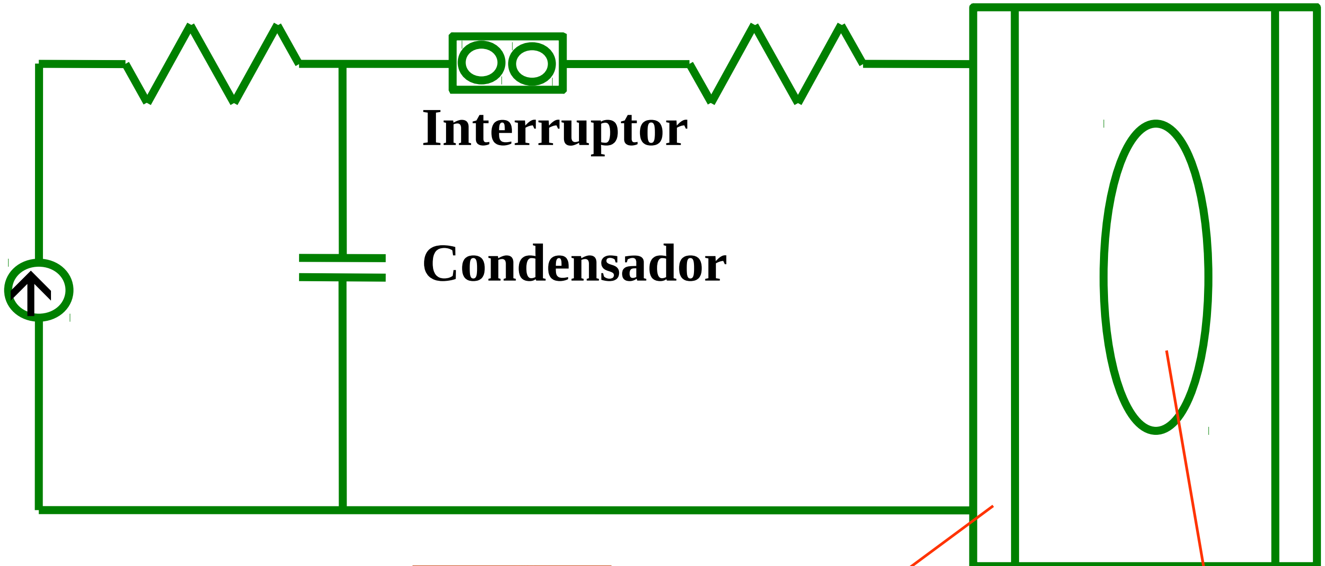
Carne de pollo sin tratar

Carne de pollo tratada



TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

★ Campos magnéticos oscilantes



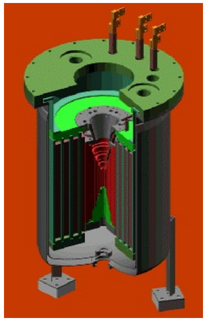
Resistencia

Resistencia

Interruptor

Fuente de corriente continua de alta tensión

Condensador

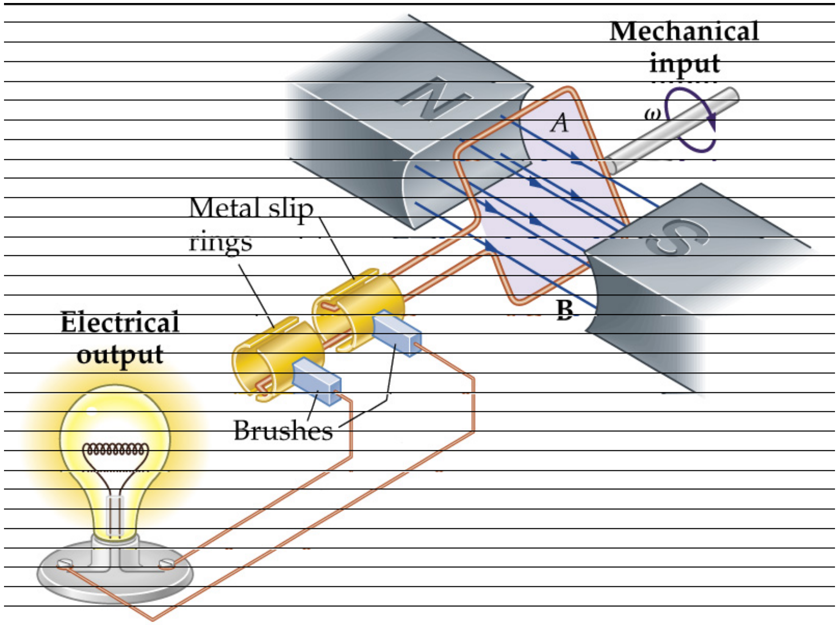


Bobina magnética de 15 - 70 T

Alimento

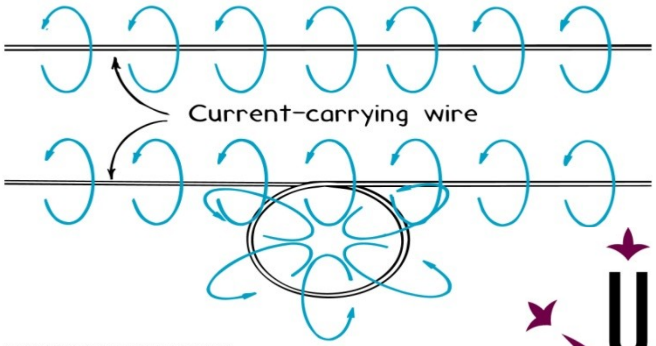
TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

Campos magnéticos oscilantes


Mechanical input
ω
N
A
S
B
Metal slip rings
Electrical output
Brushes

Factores

- Intensidad de tratamiento
- Características del alimento
- Temperatura


Current-carrying wire

Copyright © 2004 Pearson Education, publishing as Addison Wesley.

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

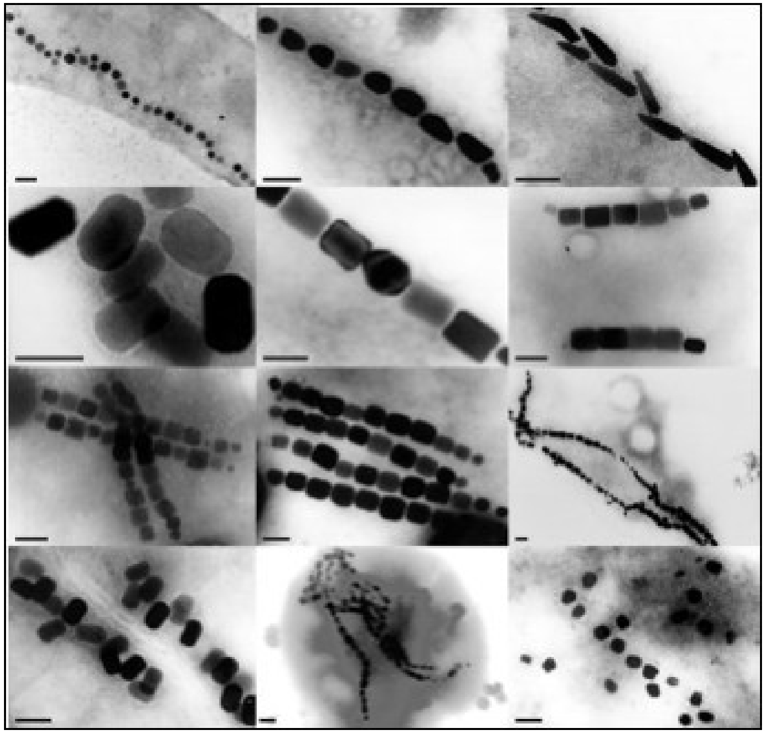
Campos magnéticos oscilantes

Microorganismo	Intensidad de campo (T)	Número de pulsos	Frecuencia (kHz)	Reducción población (D)
Strep thermophilus en leche	12	1	6	2
Saccharomyces en zumo de naranja	40	1	416	4
Saccharomyces sp en yogur	40	10	416	3

TECNOLOGÍAS NO TÉRMICAS

- **Campos magnéticos oscilantes**

Algunos M.O. presentan conductas magnetotrópicas



MÉTODOS COMBINADOS

*icrea

Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats