



FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

EXÁMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“CONSERVACIÓN NO TÉRMICA DE LOS ALIMENTOS, ESTUDIO DEL
ARTE”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR:

AARON JAFET DAVILA ACOSTA

ASESOR:

Ing. GIORGIO SERGIO URRO RODRIGUEZ, Mtro.

IQUITOS, PERÚ

2018.

Acta de Examen de Suficiencia Profesional Año 2018



Facultad de
Industrias Alimentarias

ACTA DE EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL AÑO 2018

En la ciudad de Iquitos, siendo las 17:45 horas, del día Miércoles 28 de noviembre del 2018, en el Auditorio de la Oficina General de Bienestar Universitario de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, se reunió el Jurado Calificador del Examen de Suficiencia Profesional Año 2018, designado con Resolución Decanal N° 254-FIA-UNAP-2018, con la presencia del Secretario Académico de la Facultad de Industrias Alimentarias, para dar inicio a la defensa de la Memoria Descriptiva titulado: "CONSERVACION NO TERMICA DE LOS ALIMENTOS, ESTUDIO DEL ARTE", por el Bachiller AARON JAFET DAVILA ACOSTA, con un tiempo de 15 minutos de exposición, 30 minutos de resolución de las preguntas y 15 minutos de deliberación del Jurado Calificador .

El Bachiller AARON JAFET DAVILA ACOSTA, en la primera fase del proceso de titulación por la modalidad de Examen de Suficiencia Profesional, en el examen escrito obtuvo la nota de 14, la que será sumada y promediada con la nota de la presentación oral y defensa de la Memoria Descriptiva.

Luego de la deliberación del Jurado Calificador, el Bachiller AARON JAFET DAVILA ACOSTA, obtuvo la nota de 15..... en la presentación oral y defensa de la Memoria Descriptiva titulada "CONSERVACION NO TERMICA DE LOS ALIMENTOS, ESTUDIO DEL ARTE",

Siendo las 18:35... horas del día Miércoles 28 de noviembre del 2018, el Jurado Calificador, conformado por don Alenguer Gerónimo Alva Arévalo, Presidente, don Elmer Trevejo Chávez, don Elmer Alberto Barrera Meza, doña Miriam Ruth Alva Angulo y don Juan Alberto Flores Garzatúa, al consolidar las notas del examen escrito y la presentación oral, con un valor de 50% cada una, tal cual lo establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Industrias Alimentarias en su Artículo 44° incisos a, b, c, d, y e, el Bachiller AARON JAFET DAVILA ACOSTA obtuvo la nota de 15.. y declaran que, ha ~~aprobado~~ el EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL con el calificativo de ~~bueno~~..... y esta ~~apto~~..... para iniciar sus trámites administrativos para la obtención del Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, en fe de lo cual suscriben la presente ACTA en ocho (8) ejemplares. Para constancia firmamos el presente documento;


Alenguer Gerónimo Alva Arévalo Presidente
Ingeniero en Industrias Alimentarias
C.P. 11402


Elmer Trevejo Chávez Miembro
Ingeniero en Industrias Alimentarias
C.P. 11402


Elmer Alberto Barrera Meza Miembro
Ingeniero en Industrias Alimentarias
C.P. 11668


Miriam Ruth Alva Angulo Miembro
Licenciada en Psicología
C.P. 01130


Juan Alberto Flores Garzatúa Miembro
Ingeniero en Industrias Alimentarias
C.P. 11402



Elmer Trevejo Chávez Asesor
Ingeniero en Industrias Alimentarias
C.P. 11402




Miembros del Jurado

Miembros del Jurado

Memoria Descriptiva aprobada en Sustentación Pública en la ciudad de Iquitos en las instalaciones del Auditorio de la Oficina General de Bienestar Universitario de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana llevado a cabo el día Miércoles 28 de Noviembre del 2018, siendo las 18:35, siendo los miembros del jurado calificador los abajo firmantes:



ALENGER GERONIMO ALVA AREVALO

Presidente



ELMER TREVEJO CHAVEZ

Miembro



ELMER ALBERTO BARRERA MEZA

Miembro



MIRIAN RUTH ALVA ANGULO

Miembro



JUAN ALBERTO FLORES GARAZATUA

Miembro alterno y secretario académico de la fía

ASESOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'G. Urro Rodriguez', written in a cursive style.

ASESOR

Ing. GIORGIO SERGIO URRO RODRIGUEZ, Mtro.

Dedicatoria

A todos aquellos que de una u otra manera me apoyaron y acompañaron en este esfuerzo académico, en procura de lograr este sueño... En especial a mi familia, quienes con su aliento constante permitieron que esta meta fuera alcanzada.

AARON JAFET DÁVILA ACOSTA

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Víctor y Kitty por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

ÍNDICE

	Pág.
Portada.....	i
Acta de Examen de Suficiencia Profesional Año 2018.....	ii
Miembros del Jurado.....	iii
Asesor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Índice.....	vii
Listado de cuadros.....	x
Listado de figuras.....	xi
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. Introducción	1
II. Objetivos	3
2.1. Objetivo General.....	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
III. Revisión Bibliografía	4
3.1. Conservación de Alimentos.....	4
3.2. Principios Generales en la Conservación de Alimentos.....	7
3.3. Conservación de Alimentos: Altas Presiones Hidrostáticas.....	9
3.3.1. Efectos de la Alta Presión sobre Materiales Biológicos.....	15
3.3.2. Grado y duración de los tratamientos de Alta Presión Hidrostática.....	16
3.4. Pulsos eléctricos de alto voltaje.....	18
3.4.1. Mecanismos de acción.....	22
3.4.2. Efectos sobre los alimentos.....	22
3.4.3. Radiofrecuencia.....	23
3.4.4. Calentamiento Óhmico.....	24

3.5. Campo Magnético.....	24
3.5.1. Campos magnéticos oscilantes.....	25
3.5.2. Campos magnéticos estáticos.....	26
3.5.3. El campo magnético y sus Características	26
3.5.4. Generador de campo magnético oscilante.....	26
3.5.5. Fundamento de la Tecnología.....	27
3.5.5.1. Campos magnéticos oscilantes.....	27
3.5.5.2. Aplicación en alimentos.....	28
3.6. Pulsos Luminosos.....	29
3.6.1. Pulsos eléctricos y luminosos.....	30
3.6.1.1. Cómo funciona.....	30
3.6.1.2. Para que se utiliza.....	31
3.6.2. Ventajas y desventajas.....	31
3.6.3. Pulsos luminosos como medio de conservación.....	31
3.6.3.1. Cómo funciona.....	31
3.6.3.2. Para que se utiliza.....	32
3.6.3.3. Clases de pulsos luminosos.....	33
3.5.3.4. Luz ultravioleta.....	33
3.5.3.5. Ventajas y desventajas.....	33
3.6.4. Aplicaciones.....	33
3.6.4.1. Descontaminación superficial de alimentos sólidos.....	33
3.6.4.2. Pasteurización/esterilización de alimentos líquidos	34
3.6.4.3. Descontaminación de envases alimentarios.....	34
3.7. Irradiación.....	34
3.7.1. Radiaciones ionizantes.....	35
3.7.2. Dosis de radiación.....	35
3.7.3. El proceso.....	36
3.7.4. Efectos de la irradiación de alimentos.....	36
3.7.5. Radiación.....	37
3.8. Ultrasonidos.....	38
3.9. Recubrimiento.....	39
3.9.1. Diferencia entre recubrimiento y película (Krochta)	39
3.9.2. Diferencia entre recubrimiento y película (Southgate)	39

3.9.3. Recubrimientos Comestibles.....	40
3.10. Ozono.....	40
3.11. Plasma frío.....	41
3.12. Dióxido de carbono supercrítico.....	42
3.13. Por Osmosis.....	43
3.14. Salazón.....	44
IV. Conclusiones	45
V. Recomendaciones	46
VI. Referencias bibliográficas.....	47
Glosario de Términos.....	49

LISTADO DE CUADROS

Pág.

1. Tabla N° 01: Algunos Efectos de los Tratamientos de Alta Presión Sobre Microorganismos Seleccionados.....17

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
1. Figura N° 01: Principio de procesado Hidrostático.....	14
2. Figura N° 02: Membrana Celular bajo un Campo Eléctrico.....	21

RESUMEN

Los procesos comúnmente utilizados hoy en la industria de alimentos nos determinan a ofrecer productos seguros, pero, en muchos casos, la calidad de los mismos es significativamente peor a los productos no procesados. En forma reciente, se ha empezado a investigar en forma sistemática y desde un punto de vista científico, tecnológico y práctico, las llamadas tecnologías “no térmicas”. Las mismas utilizan como factores principales de inactivación microbiana estrategias que no utilizan el calor. De los cuales se puede utilizarse como suplemento o puede ser autogenerado por la tecnología utilizada, y a veces puede jugar un papel importante como por ejemplo en la esterilización de alimentos de baja acidez utilizando altas presiones, así como también de los procesos mínimamente procesados por osmosis (presión osmótica).

En este trabajo se describen algunas tecnologías “no térmicas” que han adquirido mucha relevancia y que han sido incorporadas a las líneas de proceso en algunas industrias o que, eventualmente, serán incorporadas en un futuro muy cercano. Todas estas tecnologías tienen ventajas y desventajas, y ninguna de ellas es capaz de procesar todos los alimentos, sin embargo, debido a la seguridad que ofrecen, la calidad del producto final y los costos involucrados en el uso de las mismas, las hacen una opción muy atractiva a los métodos convencionales, generalmente centrados en el uso del calor. Es del caso señalar que las tecnologías no térmicas pueden ser utilizadas en combinación entre ellas o con otras, buscando efectos sinérgicos lo cual redundará en procesos más cortos y la obtención de productos de mejor calidad.

Palabras claves: Procesos / Calidad / Tecnologías no térmica.

ABSTRACT

The processes commonly used today in the food industry determine us to offer safe products, but, in many cases, the quality of them is significantly worse than unprocessed products. Recently, research has begun to systematically and from a scientific, technological and practical point of view, the so-called "non-thermal" technologies. They use strategies that do not use heat as main factors of microbial inactivation. Of which can be used as a supplement or can be self-generated by the technology used, and can sometimes play an important role as for example in the sterilization of foods with low acidity using high pressures, as well as processes minimally processed by osmosis (osmotic pressure).

This paper describes some "non-thermal" technologies that have acquired much relevance and that have been incorporated into the process lines in some industries or that, eventually, will be incorporated in the very near future. All these technologies have advantages and disadvantages, and none of them is capable of processing all food, however, due to the security they offer, the quality of the final product and the costs involved in using them, make them an option very attractive to conventional methods, usually focused on the use of heat. It is of the case to indicate that the non-thermal technologies can be used in combination among them or with others, looking for synergetic effects which will result in shorter processes and the obtaining of better quality products.

Keywords: Processes / Quality / Non-thermal technologies

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el consumidor elige o se inclina por alimentos procesados e industrializados con alto valor nutritivo, seguros y con propiedades organolépticas muy similares a las de producto fresco. La tendencia por productos procesados que hayan experimentado el menor número de procesos, menor contenido de aditivos utilizados, como conservantes, acidulantes y espesantes, condujo a la industria alimenticia a buscar, crear e implementar nuevos métodos y prácticas para el procesamiento de alimentos. Los tratamientos no térmicos hoy en día son los métodos de alternativa en el procesamiento amplio de alimentos. Algunos de estos procesos no térmicos son empleados a fin de extender la vida útil o de anaquel de los alimentos, muchas veces mantener la frescura, potenciadores de estructuras en el proceso, estos tienen diferentes usos y formas tales como los métodos de alta presión hidrostática (HHP), pulsos de alta intensidad de campo eléctrico (PEF), pulsos de alta intensidad de campo magnético (OMF), pulsos de luz, irradiación y bacteriocidas, etc. (QIN et al., 1996).

Los procesos no térmicos presentan muchas ventajas sobre los métodos convencionales de procesamiento térmico. Los procesos no térmicos se llevan a cabo a temperaturas bajas menores a 50°C dependiendo del tipo de alimento a conservar y de la inactivación microbiana y enzima en los productos alimenticios. La inactivación de microorganismos patógenos y deteriorativos, así como a la inactivación de enzimas, tienden un ligero efectos sobre el color, olor, sabor, textura y propiedades nutritivas del alimento, no hay una pérdida nutricional como que suele suceder durante el procesamiento térmico de alimentos en dónde hay pérdida de nutrientes, vitaminas y valiosos atributos sensoriales.

La posibilidad de generar alimentos que retengan sus cualidades nutritivas y a su vez sean seguros para el consumidor hace que los nuevos métodos de procesamiento de alimentos tengan un futuro prometedor. Por ende, en el presente trabajo se realizará la descripción de los fundamentos, inactivación

microbiológica y aplicaciones de los diferentes procesos no térmicos como los mencionados en alta presión hidrostática, pulsos de alta intensidad de campo eléctrico, pulsos de alta intensidad de campo magnético, entre otros. **(Qin & Barbosa-Cánovas, 1995)**

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Dar a conocer las características y efectos de los diferentes métodos aplicados en la conservación no térmica de alimentos.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los diferentes métodos o tecnologías no térmicas y no convencionales en la conservación de alimentos.
- Identificar los posibles parámetros fisicoquímicos y sensoriales al aplicarse los diferentes métodos de conservación no térmica en los alimentos.

III.- REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3.1. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

La conservación de alimentos comprende aquellas acciones tomadas a fin de mantener los alimentos con sus propiedades deseadas o su naturaleza durante el mayor tiempo posible. Constituye el núcleo central de la ciencia y tecnología de los alimentos y es el principal objeto del proceso de alimentos. Es muy importante saber las propiedades que se desean conservar.

Una propiedad puede ser muy importante para un producto, pero perjudicial para otros, por ejemplo, durante la deshidratación de los alimentos se produce colapso y formación de poros, que pueden ser beneficiosas o no deseables dependiendo de la calidad exigida al producto desecado; por ejemplo la formación de corteza es deseable para que se mantengan los copos en el tazón en el caso de ingredientes de cereales para desayuno y en cambio se requiere una rápida rehidratación (no corteza) para los ingredientes de las sopas instantáneas. El colapso estructural de los alimentos desecados libera la aroma encapsulada e indica la oxidación lipídica de la matriz amorfa protectora durante la desecación, de modo que hay que evitar el colapso estructural. **(Rhaman, 2003)**

En cuanto a la calidad de las frutas y hortalizas éstas empiezan un cambio hasta deteriorarse desde el momento en que son cosechadas. Las carnes, leche y pescado también pasan por ello, si es que no se aplica un método de control y conservación, así como Los microorganismos y las enzimas presentes naturalmente en frutas, verduras, leche y carnes de diferentes tipos, son los principales agentes causantes del deterioro en los alimentos. Por ello, su eliminación, inactivación o disminución de la velocidad de deterioro de la materia prima o producto deben ser los principales objetivos de cualquier técnica de conservación en los alimentos.

La conservación de los alimentos es el conjunto de métodos que evitan el deterioro de los alimentos durante un período más largo o más corto, lo que

se conoce como tiempo de conservación. Algunos de estos procesos son parte de las técnicas agrícolas, la pesca o la ganadería y tienen que ver con formas de obtener y empacar los productos, evitando la pérdida de calidad.

La conservación de los alimentos es el conjunto de procesos, etapas y recursos para procesar, preparar, y envasar los productos alimenticios, con el fin de protegerlos, guardarlos y consumirlos mucho tiempo después. El objetivo de conservar los alimentos es evitar que sean atacados por microorganismos que originan la descomposición, y así poder almacenarlos, por más tiempo y extender su vida de consumo. **(Southgate, 1992).**

El significado de conservar un alimento es un tema muy amplio de estudiar, el cual depende de muchos factores desde culturales, sociales, ambientales, entre otros. El término conservación, de manera breve se define como “modo de mantener algo sin que sufra merma o alteración”.

Al aplicar conservación en los alimentos como medio para prevenir tiempos de escasez o fuera de estación o temporada, en la alimentación, ha sido una de las preocupaciones de la humanidad. Para conseguir varias alternativas de aumentar la despensa, con el transcurrir el tiempo, a lo largo de la historia, existían muy pocos sistemas fiables de conservar. Entre ellos, el ahumado, secado al medio ambiente, las técnicas de salazón y salmueras, en escabeche, en aceite y osmosis, podían generar medios que mantuvieran los alimentos en buen estado.

La conservación de los alimentos es el conjunto de etapas de proceso o de tratamientos que permiten conservar diferentes propiedades organolépticas, y nutritivas, así como la del gusto (sobre todo las del sabor, en particular los que necesitan un aditivo), las nutritivas, características de textura y de color de las materias primas de los alimentos, y también para su comestibilidad, en la prevención de las eventuales intoxicaciones alimentarias. **(Betancourt, 2011)**

La conservación de las materias primas alimentarias implica todos los factores biológicos (bióticos) como por ejemplo los microorganismos, los

animales, la germinación vegetal, etc. y los factores abióticos como la luz, el oxígeno, el calor, la irradiación, los rayos UV, etc.) que pueden deteriorar la calidad de la materia prima o también del producto al almacenarlo. El embalaje y las condiciones de almacenamiento de los alimentos (Temperaturas y Humedad relativa), son también esenciales e importantes para la conservación, cada uno de los materiales y parámetros a controlar es independiente y diferente en el uso de la conservación alimenticia.

Los microorganismos presentes en los alimentos, causan deterioro, pero al mismo tiempo pueden representar un problema en cuanto a la salud pública que es de sumo cuidado y muy importante para el consumidor. Las toxiinfecciones son enfermedades producidas por la ingesta de alimentos contaminados por microorganismos patógenos o sus toxinas y esta a su vez genera una alerta sanitaria. Las toxiinfecciones alimentarias más comunes son las causadas por la Salmonella, Lysteria monocytogenes, Escherichia coli, Clostridium prefringens y Clostridium botulinum, entre otras.

La importancia y consecuencias que pueden ocasionar los microorganismos desde el punto de vista de la alteración de los alimentos se dividen en tres grupos principales: bacterias, levaduras hongos. Aunque los tres grupos pueden alterar los alimentos, tan solo ciertos tipos de bacterias pueden provocar intoxicaciones alimenticias.

Todos los alimentos que requieren de una conservación y su consumo no es directo necesitan eficazmente, de una etapa de control de sus componentes bioquímicos. Las carnes, los pescados, las frutas y verduras, los lácteos, requieren un tratamiento de conservación con tal de impedir el desarrollo de las bacterias, hongos y otros micro-organismos, y de retrasar el ranciamiento y autólisis. (**Vanaclocha, 1999**).

Para vivir y proliferar, los micro-organismos tienen necesidad de:

- De uno o varios nutrientes como alimento o sustrato (carbono, azufre, nitrógeno, vitaminas, sales minerales, etc.)

- De agua, bajo forma libre: actividad del agua (a_w) que no representa el contenido en agua (o humedad) pero sí la *disponibilidad* de esta agua,
- De calor, y de oxígeno (salvo para las bacterias anaerobias).

3.2. Principios Generales en la Conservación de los Alimentos.

a. Retraso de la Actividad Microbiana:

Se aplica al mantener los alimentos en estado aséptico, eliminando los microorganismos existentes, ya sea por carga habitual durante la cosecha, por filtración, limpieza, obstaculizando el crecimiento por bajas temperaturas, desecación y destruyendo los microorganismos por calor.

b. Retraso de la auto-descomposición:

Destruir las enzimas o inactivarlas, es uno de los mejores casos y el método más importante es el escaldado, retrasando las reacciones químicas, eliminación de carga física y bacteriana.

c. Prevención de las alteraciones ocasionadas por insectos, roedores o causas mecánicas:

A través de la reducción de vectores en la fumigación, manipulación cuidadosa, envasado correcto y almacenamiento adecuado en locales a prueba de insectos y roedores. Para ello se debe tener reglas al manipular los alimentos como:

- Seleccionar adecuadamente de la materia prima
- Aplicar la higiene de las personas
- Higiene y desinfección de los utensilios y los locales a procesar
- limpieza de los envases a utilizar
- Sellado hermético de los envases.
- BPM en procedimientos, etapas o recetas (**Betancourt, 2011**)

Dentro de los métodos no térmicos aplicados en la industria de alimentos tenemos los siguientes:

1. Altas presiones.
2. Campos eléctricos pulsantes de alta intensidad.
3. Campos magnéticos oscilantes.
4. Pulsos luminosos.
5. Irradiación.
6. Ultrasonidos.
7. Tratamientos de superficies y revestimientos comestibles
8. Encapsulación y liberación controlada, existen otros no mencionado.
9. Por Osmosis

Las nuevas tecnologías hoy en día, dan como alternativa que podrán en un corto o mediano plazo reemplazar parcialmente o total a los tratamientos térmicos convencionales existentes utilizados industrialmente. En casos directos, estas tecnologías son dirigidas a tratar el alimento con finalidad de eliminar su carga microbiana alterante y patógena. Con estas nuevas herramientas tenemos solucionado el problema de la seguridad alimentaria de nuestros productos. Al aplicar las buenas prácticas de manufactura, tener un diseño de planta y distribución adecuado de las instalaciones, además de su estado, control ambiental, higiene de las plantas e ambientes de elaboración y la selección de los materiales de contacto directo., son algunos de los factores que debemos necesariamente que tener en cuenta a la hora de establecer el plan para la seguridad alimentaria de nuestros productos. (*Fellows, 1994*)

3.3. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS: ALTAS PRESIONES HIDROSTÁTICAS.

Cada vez más el consumidor exige alimentos con alta calidad y con más atributos si se puede compararlos con los alimentos fresco, en consecuencia, se necesitan tratamientos menos extremos y/o menos aditivos. Las características alimentarias son varias y difieren entre ellas puesto que se deben tener en cuenta como respuesta a las demandas de modernos y emergentes consumidores, menos deterioro por calor y frio, más frescura, menos ácido, menos sal, azúcar regulada y grasa necesaria.

Satisfacer estas demandas, se deben llevar acabo algunos cambios en las técnicas de conservación tradicionalmente utilizadas. Desde el punto de vista microbiológico, estos cambios tienen implicaciones importantes y significativas. Conseguir mejoras en el control microbiológico, se basa en las mejoras sustanciales de los métodos tradicionales de conservación o de utilización de metodologías emergentes. Aplicar tecnologías emergentes presenta ventajas especialmente sobre los tratamientos térmicos convencionales, incluyendo la aplicación a bajas temperaturas, osmosis, con mejoras en la retención de la calidad del alimento. Los tratamientos de alta presión son independientes del diseño, tamaño y geometría del producto, y su efecto es uniforme e instantáneo. El procesamiento isostático es el principio que genera que el producto alimenticio cuando se comprime uniforme desde cualquier dirección y luego vuelve a su forma original cuando se libera la presión.

La aplicación de tecnologías de conservación alternativas a la pasteurización tradicional, entre las que destaca las altas presiones hidrostáticas, constituye una revolución en la industria alimentaria, al obtenerse productos seguros que conservan las características funcionales, nutricionales y sensoriales de los alimentos frescos, con mayor vida útil y mayor garantías de seguridad del alimento. Repasando los métodos tradicionales (pasteurización, esterilización, congelación), vemos que los más comunes para la conservación de los productos se basan en las variaciones de temperatura, tanto la aplicación de calor como la congelación. Por ende, los gradientes de temperatura aplicados para conseguir la inactivación de los microorganismos, así como de las enzimas alterantes son un buen resultado, aunque al mismo tiempo se tiene desnaturalización de proteínas, cambios de textura, fragancias o olores determinantes y característicos, cambio de sabores y colores, pardeamiento enzimático, etc. (**Fellows, 1994**)

Esta tecnología utiliza el agua como medio para transmitir uniformemente presiones entre 100 y 1000 MPa a los alimentos a temperaturas suaves (5 – 25 °C), lo que se traduce en una reducción significativa de la carga

microbiana y una prolongación de la vida útil. Sin embargo, aunque la mayoría de las células vegetativas se puede inactivar a presiones relativamente bajas (200-400 MPa), las esporas bacterianas son más resistentes y requieren una combinación de alta presión y temperatura.

Este proceso tiene un impacto sólo en los enlaces no covalentes (de hidrógeno, iónicos e hidrófobos), sin apenas impacto en los enlaces covalentes, que están asociados a las propiedades sensoriales y nutricionales de los alimentos. El procesado por altas presiones es un proceso de letalidad no térmico, que respeta las propiedades naturales de los productos tratados.

Esta tecnología, consistente en la transmisión de presiones isostáticas transmitidas por el agua, es natural, limpia y respetuosa con el medio ambiente, reciclando el agua utilizada y requiriendo tan solo de energía eléctrica. Unido a esto, el uso de esta tecnología permite evitar la utilización de conservantes y aditivos en la fabricación de los productos.

(Rahman, 2003)

A nivel bacteriano, con la aplicación de esta técnica, se consiguen cambios en la membrana celular, cambios bioquímicos, morfológicos y genéticos. La membrana celular, es una estructura muy sensible, cuando es sometida a una determinada presión, es responsable en muchos casos de la muerte en las células que sometidas a condiciones suficientes de presión en el tratamiento. Basta aplicar una presión de 300 MPa para provocar la desnaturalización irreversible de las proteínas y fosfoproteínas que componen la membrana celular, modificándose la permeabilidad de la misma y viéndose alterado el intercambio iónico. Otro ejemplo es de someter el alimento, previamente sellado en su envase flexible, a altos niveles de presión hidrostática (transmitida por el agua) de hasta 600 MPa /87000 psi durante unos segundos a minutos. Se trata del mismo efecto que conseguiríamos sumergiendo el producto a 60 Km por debajo del nivel del mar.

A nivel bioquímico, las altas presiones destruyen la estructura terciaria y cuaternaria de las proteínas enzimáticas, estas se mantienen por interacciones débiles no covalentes. Puesto que la actividad biológica de una enzima depende de la configuración tridimensional de su centro activo, cualquier modificación estructural conduce a la pérdida de actividad enzimática. Por el cual, las altas presiones producen también cambios morfológicos en las células vegetativas de los microorganismos.

A nivel genético, las altas presiones inactivan las enzimas implicadas en la replicación y transcripción del ADN. La sensibilidad de reacción como resultado a este tipo de tratamientos de los microorganismos no es la misma en cada uno de los microorganismos de los cuales su nivel es tanto entre microorganismos de distintas especies, como de microorganismos de la misma especie y entre sus distintas cepas y esporas. Por ejemplo Las levaduras y la mayoría de mohos son especialmente sensibles a la presión. Las células eucariotas son más sensibles a la presión que las procariotas, y las Gram positivas resisten mejor la presión que las Gram negativas. **(BARBOSA-CÁNOVAS, 1997)**

Las altas presiones hidrostáticas constituyen una técnica de procesado para mejorar y garantizar la seguridad alimentaria, innovar o desarrollar nuevos productos más parecidos a los naturales, minimizar tiempos y costos, consiste en someter al alimento sólido o líquido ya envasado en su formato flexible a presiones de entre 100 – 1000 MPa, (Altas presiones por lo general entre 400 – 600 MPa o 4000 bar – 6000 bar) con agua como vehículo transmisor de la presión, a una temperatura en un rango entre 5 y 25°C durante un tiempo variable que oscila entre unos pocos segundos hasta 20 minutos, consiguiendo de esta forma la reducción de varios logaritmos de los microorganismos alterantes y patógenos en los alimentos. Los tratamientos térmicos de las altas presiones, los componentes químicos asociados con las cualidades organolépticas de los alimentos (aminoácidos, vitaminas, moléculas volátiles), tales como el sabor, el aroma, el color o el valor nutricional parecen no estar influidos por la acción de esta tecnología, al no afectar ésta a los enlaces covalentes.

Los tres parámetros importantes, variantes y críticos a controlar en el diseño de cualquier tratamiento por altas presiones son la temperatura, la presión y el tiempo. El tiempo es importante, puesto que no solo es la duración del tratamiento a la presión deseada sino también el tiempo requerido hasta lograr la presión deseada y el tiempo de descompresión post-tratamiento hasta recuperar la presión atmosférica. **(Rahman, 2003)**

Existen dos principios fundamentales en los que se basa la aplicación de las altas presiones:

Principio de Le Chatelier.

En un sistema en equilibrio, suele presentarse una perturbación externa sobre el sistema, este se ajustará de tal manera que se cancele parcialmente dicha perturbación en la medida que el sistema alcanza una nueva posición de equilibrio. Cuando una reacción en equilibrio es perturbada desde el exterior, el sistema evoluciona en el sentido de contrarrestar los efectos de dicha perturbación. Estos fenómenos acompañados de una disminución de volumen son favorecidos por un aumento de presión y viceversa. Según este principio, la aplicación de la alta presión aumenta la velocidad de las reacciones que involucran una disminución del volumen y retarda aquellas donde el volumen aumenta.

Principio de Pascal.

La presión ejercida sobre un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido.

La presión se transmite siendo aplicada de manera uniforme y casi instantánea a todos los puntos del alimento, independientemente de su composición, tamaño y forma geométrica. Esto hace evitar la deformación del producto, a pesar de estar sometido a tan altas presiones, y hace que éste sea uniforme y no presente zonas sobretratadas. En consecuencia, los problemas de variaciones espaciales en los tratamientos de conservación

asociados al calor, las microondas y la radiación o irradiación no se observan en los productos tratados por alta presión. (**Pothakamury, 1996**)

A la hora de aplicar estos tratamientos tanto a alimentos sólidos como líquidos en envase flexible al vacío, es que no se puede aplicar en alimentos envasados en recipientes rígidos (cristal o lata), ni en alimentos sólidos que incluyan cantidades excesivas de aire. Otros factores implicados en el proceso de conservación por altas presiones son la composición del producto, el pH, la acidez, la actividad de agua y la integridad del envase que lo contiene (Material del diseño).

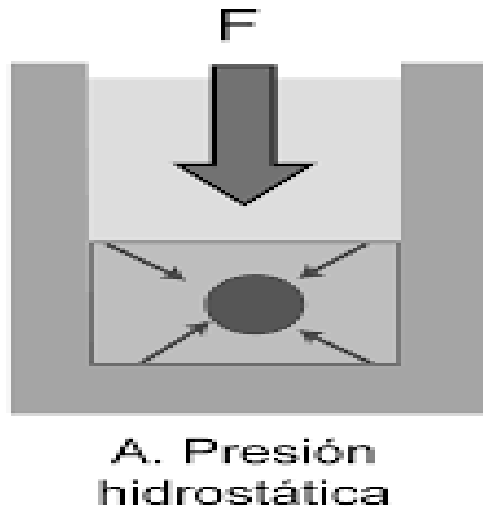
Para los alimentos procesados puedan aplicar esta tecnología se aplica un proceso de mantenimiento y adaptación posterior, bien almacenados a temperaturas que eviten la germinación de las esporas bacterianas, disminuyendo el pH por debajo de 4,5 o bien, reduciendo su actividad de agua para evitar la germinación. La combinación sinérgica que se obtiene al aplicar de forma conjunta presión y temperatura permite alcanzar la inactivación de esporas bacterianas a menor temperatura, menor tiempo y/o una combinación de ambos.

Se producen alimentos de este modo que no requieren almacenamiento refrigerado, aditivos acidulantes o conservantes. Las condiciones de trabajo abarcan hasta 1000 MPa de presión y 120 °C de temperatura, como un parámetro generalizado. En productos del mar, se están utilizando para productos de la pesca frescos, procesados o cocinados, moluscos (apertura fácil de bivalvos), crustáceos, tanto para el producto como para la extracción de su carne sin cocción, en productos cárnicos, esta tecnología permite la elaboración de productos sin conservantes, clean label (Etiqueta limpia), aplicando parámetros 100 MPa – 600 MPa x por un espacio de 3 – 5 min a una temperatura desde – 20 °C – 35 °C.

Es un tratamiento de letalidad (post – envasado), que permite la eliminación de ingredientes artificiales de la formulación del producto. En productos lácteos, las altas presiones están abriendo la puerta a productos nuevos y bioactivos, incrementándose el número de innovaciones y

patentes de productos HPP. En frutas y verduras, las altas presiones ayudan a comercializar productos orgánicos y sin conservantes con una vida útil larga, respetando las cualidades naturales de los alimentos. **(Rahman, 2003)**

Figura N° 01: Principio de procesado hidrostático.



Fuente: Hidrostática.com

3.3.1. EFECTOS DE LA ALTA PRESIÓN SOBRE MATERIALES BIOLÓGICOS

La presión es una variable termodinámica importante y puede afectar a un amplio campo de estructuras, reacciones y procesos biológicos. La presión afecta principalmente al volumen de un sistema. La influencia de la presión sobre la velocidad de reacción en fase líquida es proporcional a la constante de cuasi equilibrio para la formación de los reactantes activos. Basado a que la temperatura es constante. La dependencia de la presión, de la constante de velocidad de reacción (k) es debida enteramente al volumen de activación de la reacción (ΔV^*):

$$(\partial \ln k / \partial P)_T = - (\Delta V^*) / RT$$

Donde P es la presión, R es la constante de gases ($8.314 \text{ MPa cm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$) y T es la temperatura (K). el agua es el ingrediente alimentario más importante en muchos productos alimenticios, de ese modo sus características bajo

presión son muy importantes. Comparada con los gases, el agua es casi incomprensible, la compresión adiabática del agua aumenta la temperatura alrededor de 3 °C por cada 100 MPa, el agua congela a temperatura ambiente, mientras que el punto de congelación disminuye a – 22 °C a 207.5 MPa. Este fenómeno impulsa las posibilidades para el almacenamiento de alimentos bajo cero sin la formación de cristales, la descongelación rápida de alimentos congelados mediante presurización y el aumento de la congelación de alimentos mediante la descompresión de alimentos presurizados mantenidos por debajo del 0 °C. Es un sistema acuoso, las moléculas de agua que rodean un grupo ionizado se alinean ellas mismas de acuerdo con la influencia de la carga electrostática, dando una configuración más compacta. La ionización de grupos ácidos y básicos que se encuentran en muchas moléculas, tales como proteínas, implica un descenso del volumen y por lo consiguiente, se verá aumentado por el aumento de presión. Los microorganismos, las reacciones químicas, bioquímicas y enzimáticas, así como algunas propiedades funcionales de las biomoléculas se ven afectadas en cierto grado por la alta presión.

3.3.2. GRADO Y DURACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS DE ALTA PRESIÓN HIDROSTÁTICA.

Por lo general, un aumento de la presión aumenta la inactivación microbiana, sin embargo, el aumento de la duración del tratamiento no necesariamente aumenta el efecto letal. Por encima de 200 – 300 MPa, la razón de inactivación de células vegetativas aumenta con la presión o el tiempo de proceso. La respuesta microbiana a los tratamientos de alta presión depende del tipo de microorganismo. Para cada microorganismo existe un umbral del nivel de presión en el que sea detectado que no afecta el aumento del tiempo de exposición. También existe un nivel de presión en el que el aumento del tiempo de tratamiento causa reducciones significativas en los recuentos microbiológicos iniciales inoculados. Las condiciones intrínsecas de los medios de suspensión tales como pH, a_w , y los nutrientes pueden influir en el umbral de presión, que puede aumentar o disminuir dependiendo del

microorganismo y la variación de los factores intrínsecos, extrínsecos y de procesado. Son necesarios estudios cinéticos a las presiones sobre el umbral de presión. Con datos cinéticos fiables se puede predecir y conseguir la presión de esterilización y pasteurización de los alimentos. **(Pothakamury, 1996).**

La resistencia de una cepa microbiana (endógena o inoculada), al aplicarse una determinada presión con temperaturas normales entre 15 – 30°C, tiene como reacción que disminuye de forma significativa la temperaturas, a más altas o más bajas. Al aplicar temperaturas moderadas así como la de refrigeración y al mismo tiempo se aplica los tratamientos de alta presión, se tiene como reacción que las células de *Saccharomyces cerevisiae* se inactivaran a temperaturas bajo cero (– 10 y 20°C). La disminución de la resistencia a la presión de las células vegetativas a bajas temperaturas (< 5°C) se deber a los cambios en la estructura de la membrana y la fluidez, debilitamiento de interacciones hidrofóbicas, y la cristalización de fosfolípidos. El calentamiento moderado (40 – 60°C) también puede incrementar la inactivación microbiana por presión, como por ejemplo uno de estos casos es la mandarina en zumo, tratada a 40°C en combinación con presiones en el intervalo de 400 – 450 MPa, también otro caso es del músculo de ternera picado, ahí las bacterias psicotróficas, *Pseudomonas fluorescens* y *Listeria innocua*, como también una termo-tolerante, *Citrobacter freundii* fueron sensibles a los efectos de la presión a temperaturas bajas aplicando un tratamiento de 35 – 50°C x 400 MPa.

El efecto de la presión sobre la inhibición o inactivación de microorganismos del medio ambiente en el que se encuentra, se aplica en combinación con las principales variables. **(Vanaclocha, 1999).**

Tabla N° 01: Algunos Efectos de los Tratamientos de Alta Presión Sobre Microorganismos Seleccionados.

MICROORGANISMOS	SUSTRATO O MEDIO DE SUSPENSIÓN	CONDICIONES DE TRATAMIENTO		REDUCCIÓN DECIMAL
Saccharomyces cerevisiae	zumo de Mandarina	250 MPa	5 min	≈2
			10 min	≈4
			30 min	≈6
Listeria Inocua	Músculo Vacuno Picado	330 MPa	10 min	≈2
			20 min	≈3
			30 min	≈5
		360 MPa	5 min	≈1
			10 min	≈2
			20 min	≈4
			30 min	≈6
Recuento Total de Placa	Cortes frescos de Piña	200 MPa	5 min	0.6
		270 MPa	5 min	1.8
		≈4	15 min	1.6
		340 MPa	5 min	1.9

Fuente: (Rahman, 2003)

3.4. Pulsos eléctricos de alto voltaje:

En la actualidad existen diferentes formas de cómo aplicar la energía eléctrica en la conservación de los alimentos, aplicando este método se realiza la inactivación del microorganismos y enzimas que se lleva a cabo a temperatura ambiente o de refrigeración con la inyección de una mínima descarga de alto voltaje a alimentos colocados entre dos electrodos por tiempos (microsegundos), entre ellos están la pasteurización y el tratamiento UHT de alimentos (Leche, derivados lácteos, jugos o zumo de frutas, etc.). Estas incluyen el calentamiento óhmico, calentamiento por microondas, estimulación de campos eléctricos bajo descarga de un arco de alto voltaje y aplicación de campo eléctrico pulsado de alta intensidad.

El calentamiento óhmico, es una de las formas de inyección de la electricidad aplicada a la pasteurización de alimentos. El calentador óhmico, también es

conocido como calentador Joule, es un dispositivo de calentamiento eléctrico que utiliza la propia resistencia eléctrica de un líquido (agua) para generar el calor, y al mismo tiempo aplicar la inactivación microbiana derivada del propio calentamiento, se produce una electroporación de las membranas celulares. Las principales ventajas al aplicar esta tecnología consisten en que el calentamiento se produce de forma rápida y se reparte homogéneamente, no se transfiere calor residual tras quitar la corriente, ni se producen incrustaciones en la superficie de transferencia del calor y el costo de mantenimiento de los equipos no es elevado. Entre los inconvenientes, se encuentra la dificultad de controlar, ya que se requiere un ajuste estrecho entre la temperatura y la distribución del campo eléctrico.

El calentamiento por microondas ha sido aplicado extensivamente a diario en los hogares y en la industria alimentaria. Muchas materias primas poseen valores muy bajos de conductividad estática. Sin embargo, cuando están sometidos, a campos de microondas, muestran valores muy altos de conductividad de campo alterno y consumen una considerable energía. El calor generado por las microondas se utiliza en los procesos de calentamiento.

La estimulación con campos eléctricos bajos ha sido explorada como un método de control bacteriano de algunos productos como la carne. La estimulación eléctrica de la carne, se aplica a la muestra un campo eléctrico de 5 – 10 V/cm como pulsos de corriente alterna (ca) mediante electrodos fijados en los finales opuestos del eje longitudinal de músculo. En algunos casos se aplicado un campo muy bajo (0.4 V/cm) en un medio de tratamiento de 6 litros, en busca de un método fácil, seguro y práctico para eliminar bacterias con fines de procesado alimentario. Se inactivaron varias especies de bacterias en solución salina. Soluciones de sal y sus concentraciones juegan un papel muy importante en este método. **(Rahman, 2003).**

El procesamiento de alimentos con campos eléctricos pulsantes (PEF), también conocido como pulsos de alto campo eléctrico (HEFP), es una nueva tecnología para la inactivación de microorganismos y enzimas que se lleva a

cabo a temperatura ambiente o de refrigeración con la aplicación de una breve descarga de alto voltaje a alimentos colocados entre dos electrodos por tiempos en el orden de los microsegundos.

Esta tecnología permite la inactivación de muchas especies microbianas por medio de la formación de poros en la membrana celular. Aunque para lograr la inactivación microbiana es preciso aplicar campos eléctricos que en general superan los 10.000 – 15.000 voltios/cm, el medio de tratamiento apenas aumenta de temperatura dado que los pulsos eléctricos que los generan apenas duran algunas millonésimas de segundo. Esta es la razón por la que esta tecnología apenas afecta a la calidad de los alimentos. **(Barbosa – Cánovas, 1997).**

Consiste en la aplicación de una corriente eléctrica en forma de pulsos muy breves pasa a través de un alimento colocado entre dos electrodos. Es un proceso no térmico, ya que los alimentos tratados se mantienen a temperatura ambiente, o si lo comparamos con las temperaturas inferiores al de las de pasteurización del alimento. Por ende los alimentos tratados por esta tecnología tienen propiedades sensoriales y nutritivas más parecidas a las del producto fresco. Los pulsos eléctricos provocan la destrucción de la membrana celular de los microorganismos por electroporación sin un aporte significativo de calor.

Los alimentos son los campos eléctricos, este tratamiento mediante pulsos eléctricos de alto voltaje hace uso de la electricidad como fuente energética. El campo eléctrico es aplicado al alimento en forma de pulsos de decenas de miles de voltios, pero extremadamente breves de milisegundos. Existen productos que son encapsulados con burbujas de aire, pero éstos no son los más adecuados para un procedimiento con campos eléctricos, debido a que el encapsulado con aire presenta un riesgo muy alto de que se rompa con el paso del campo eléctrico. Los campos eléctricos provocan la eliminación de los microorganismos, pero se requieren varios factores esenciales para que esto ocurra, como el nivel o grado y la intensidad de los campos eléctricos, aunque también se considera el lapso de tiempo del procedimiento. Otro

elemento crucial el tipo de temperatura del producto y por lo tanto, los tipos de microorganismos que se deben eliminar. No es lo mismo una carne roja que un pescado, cada alimento debe tratarse de manera diferente. **(Rahman, 2003).**

Esta tecnología tiene como característica principal la de ser un tratamiento no térmico, de corta duración, de bajo impacto sobre el material tratado y que ha demostrado su eficiencia en la inactivación de enzimas y microorganismos patógenos, principalmente en alimentos líquidos. Este proceso es una aplicación de la electricidad totalmente diferente a otras previamente utilizadas como la electroforesis.

Los fundamentos de esta técnica están basados en la propiedad que tienen los alimentos fluidos de ser muy buenos conductores eléctricos, debido a las altas concentraciones de iones que contienen y a su capacidad de transportar cargas eléctricas. El PEF se basa en colocar el producto entre un set de electrodos que envuelven una cámara de tratamiento, cuando se introduce el alimento se le suministran pulsos eléctricos de elevado voltaje.

El tratamiento puede ser realizado a temperatura ambiente o de refrigeración y los tiempos de aplicación de las descargas se encuentran en el orden de los microsegundos. La fuerza del campo eléctrico depende de la diferencia de potencial de los electrodos los cuales se encuentran en el rango de 1-100kV/cm. El campo eléctrico es producido acumulando energía en un banco de condensadores y descargándolo súbitamente, con frecuencias entre 1-100Hz en uno de los electrodos, el segundo electrodo está conectado a tierra lo que garantiza la diferencia de potencial adecuada. **(Pothakamury, 1996).**

3.4.1. MECANISMO DE ACCIÓN.

El mecanismo de acción se basa en la desnaturalización y destrucción de la pared celular cuando se aplica una intensidad de campo eléctrico, debido a la diferencia de potencial entre ambos lados de la membrana. Cuando esta diferencia de potencial (potencial transmembrana) alcanza un valor crítico se da la electroporación, formación de poros en la pared celular que trae como

consecuencias pérdida de su integridad, incremento de la permeabilidad y destrucción de la célula. La potencial transmembrana depende de cada microorganismo, así como del medio en que los microorganismos están presentes.

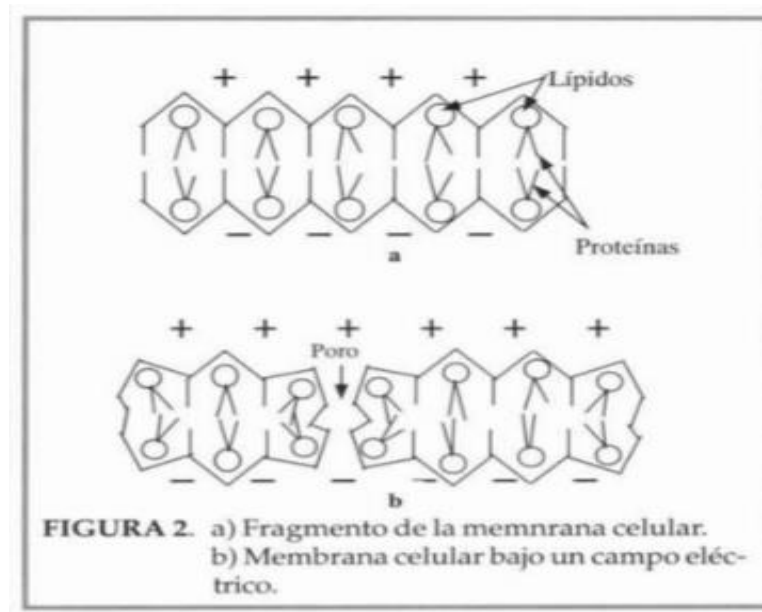
3.4.2. EFECTOS SOBRE LOS ALIMENTOS.

Debido a la capacidad de los alimentos de conducir electricidad estos actúan como una resistencia. Los principales efectos observados sobre los alimentos son:

- Electrólisis de sustancias, dependiendo de la composición de los alimentos y del material del electrodo.
- Calor producido por el efecto Joule, lo cual propicia la destrucción de los microorganismos

Debido al tiempo utilizado en esta técnica estos efectos son mínimos, sin embargo, el diseño de los equipos utilizados está encaminado para evitar dichos efectos.

Figura N° 02: Membrana Celular bajo un Campo Eléctrico.



Fuente: Rahman, 2003

3.4.3. Radiofrecuencia:

Se trata de una técnica donde se aplica energía eléctrica que se convierte en ondas electromagnéticas que generan calor en el interior del producto debido a la oscilación de los dipolos (el agua contenida en los alimentos) y a la despolarización iónica (las sales minerales propias de los alimentos). La principal desventaja del calentamiento dieléctrico por radiofrecuencia es la falta de uniformidad en la distribución de la temperatura, dando lugar a puntos fríos y calientes.

La radiofrecuencia produce un calentamiento volumétrico que evita los sobre calentamientos superficiales que producen otras tecnologías térmicas de preservación. Las microondas tienen actividad contra bacterias y levaduras, permiten la pasteurización de alimentos y el alargamiento de la vida útil del producto permite una reducción del tiempo de calentamiento y una preservación de las características organolépticas del producto. **(Hofmann, 1985).**

3.4.4. Calentamiento óhmico:

Un calentador óhmico, también conocido como un calentador Joule, es un dispositivo de calentamiento eléctrico que utiliza la propia resistencia eléctrica de un líquido para generar el calor. Junto con la inactivación microbiana derivada del propio calentamiento, se produce una electroporación de las membranas celulares. Las principales ventajas de esta tecnología consisten en que el calentamiento se produce de manera rápida y se reparte uniformemente, no se transfiere calor residual tras cesar la corriente ni se producen incrustaciones en la superficie de transferencia del calor y el coste de mantenimiento de los equipos no es elevado. Entre los inconvenientes, se encuentra la dificultad de controlar, ya que se requiere un ajuste estrecho entre la temperatura y la distribución del campo eléctrico.

3.5. CAMPO MAGNÉTICO

El empleo del campo magnético sobre los seres vivos se fundamenta en que el efecto del campo geomagnético provoca gran biodiversidad en nuestro planeta. En tal sentido, las investigaciones están encaminadas a observar su comportamiento bajo el efecto de un campo magnético externo provocado por el hombre, en condiciones bien controladas. Para comprender mejor los resultados obtenidos hasta el momento, puede tomarse como referencia el efecto conocido de la temperatura sobre los microorganismos. Se acepta que a mayor temperatura, mayor efecto inhibitorio. (*Vanaclocha, 1999*)

Un campo magnético es la región en la que un cuerpo es capaz de magnetizar las partículas de su alrededor. Su unidad de medida es en términos de intensidad magnética. Es la región en la que un cuerpo magnético es capaz de magnetizar las partículas a su alrededor. Su unidad de medida es en términos de intensidad magnética.

3.5.1. CAMPOS MAGNÉTICOS OSCILANTES

La utilización de campos magnéticos oscilantes para la inactivación de microorganismos tiene el potencial de pasteurizar alimentos con una mejora en la calidad y en la vida de anaquel, en comparación con los procesos convencionales de pasteurización

En esta tecnología, el alimento envasado en un material plástico, se somete a un campo magnético oscilante de intensidad entre 5 y 50 teslas (1000 veces superior al campo magnético de la tierra) y una frecuencia entre 5 y 500 kHz a temperatura durante el procesado se mantiene entre 0 °c y 50 °c El efecto conservador se debe, fundamentalmente, a dos fenómenos: (a) a la ruptura de la molécula de ADN y de ciertas proteínas, y (b) a la rotura de enlaces covalente en moléculas. Los alimentos más idóneos para someterse a este proceso de conservación son: zumos, mermeladas, frutos tropicales en soluciones azucaradas, derivados cárnicos, productos cocidos, envasados y listos para su consumo

Naturaleza se han incorporado a los envases como elementos “activos” (inicialmente incluidos en elementos accesorios y en la actualidad incorporada al material que constituye el envase). Los nuevos envases pueden agregarse aquellos que contribuyen, simplemente, al adecuado consumo del producto que contienen. Ejemplos de esta naturaleza pueden considerarse los indicadores tiempo-temperatura, para alimentos refrigerados o congelados, indicadores de temperatura preferente de consumo o envases fabricados en materiales (suceptores) que contribuyen al cocinado de los alimentos en sistema microondas (*Desrosier, 1981*).

3.5.2. LOS CAMPOS MAGNÉTICOS ESTÁTICOS

En el campo magnético estático la intensidad del campo magnético es constante con el tiempo-campo magnético oscilante se aplica en forma de pulsos. La carga de los pulsos es inversa en cada pulso.

3.5.3. EL CAMPO MAGNÉTICO PUEDE SER HOMOGÉNEO O HETEROGÉNEO.

- En un campo magnético homogéneo la intensidad del campo (B) es uniforme en el área envuelta por el campo magnético.
- En un campo magnético heterogéneo, B no es uniforme con las intensidades, disminuyendo así como las distancias del centro del alambre aumentan.
- Los campos magnéticos oscilantes, aplicados en forma de pulsos, invierten la carga en cada pulso pero también la intensidad de cada pulso disminuye con el tiempo en un 10% de la intensidad inicial.

3.5.4. GENERADOR DE CAMPO MAGNÉTICO OSCILANTE

Este generador de CMO (campo magnético oscilante, OMF en inglés) produce una serie de pulsos bipolar (decaimiento de la fuerza) que tienen una frecuencia cerca de 6500 hertzios (ciclos por segundo). Pulsos similares fueron descritos siendo eficaces contra bacterias y

hongo en pruebas de laboratorio. Este tipo de campo magnético oscilante fue descrito en la utilización de ser eficaz contra joven tumores de cáncer de las ratas. Los efectos beneficiosos de CMO contra la inflamación y dolor. La bobina de la salida utiliza 3200 voltios para accionarla en lugar de 450 voltios (que use mi Maxi-Pulsor) que es necesario porque la frecuencia más alta limita la corriente eléctrica de la bobina y la fuerza magnética resultante! aunque sea más débil que las unidades con una fuerza magnético de 5 tesla que eran probadas en los laboratorio, es interesante observar que en el final de los resultados de las pruebas uno tumor de una rata se había encogido por el 87% aunque la fuerza de campo magnético aplicada era solamente 1.2 tesla indicaba que la salida del poder de 5 tesla no es necesariamente esencial (*Vanaclocha, 1999*)

3.5.5. FUNDAMENTO DE LA TECNOLOGÍA

3.5.5.1. Campos magnéticos oscilantes

En esta tecnología, el alimento envasado en un material plástico, se somete a un campo magnético oscilante de intensidad entre 5 y 50 teslas (1000 veces superior al campo magnético de la tierra) y una frecuencia entre 5 y 500 kHz. La temperatura durante el procesado se mantiene entre 0 °C y 50 °C.

El efecto conservador se debe, fundamentalmente, a dos condiciones:

- El fenómeno de la ruptura de la molécula de ADN y de ciertas proteínas.
- El fenómeno de la ruptura de enlaces covalente en moléculas. Los alimentos más idóneos para someterse a este proceso de conservación son: zumos, mermeladas, frutos tropicales en soluciones azucaradas, derivados cárnicos, productos cocidos,

envasados y listos para su consumo. naturaleza se han incorporado a los envases como elementos "activos" (inicialmente incluidos en elementos accesorios y en la actualidad incorporados al material que constituye el envase).

Nuevos envases pueden agregarse aquellos que contribuyen, simplemente, al adecuado consumo del producto que contienen. Ejemplos de esta naturaleza pueden considerarse los indicadores tiempo-temperatura, para alimentos refrigerados o congelados, indicadores de temperatura preferente de consumo o envases fabricados en materiales (suceptores) que contribuyen al cocinado de los alimentos en sistema microondas.

3.5.5.2. Aplicaciones en alimentos

- **Bioteecnologías.** En el mundo se emplean electromagnetizadores exteriores acoplados a bioreactores que trabajan con enzimas inmovilizadas. Un ejemplo es la inmovilización de la glucoamilasa del *Aspergillus niger* en partículas magnéticas de poliestireno, para producir la hidrólisis de la maltosa.
- **Industria azucarera.** Se han introducido sistemas que permiten mejorar la calidad del azúcar cruda y refinada cuando se trata el jugo filtrado de la saturación primaria por un CEM de 140-150 kA/m por 30-40 min.
- **Industria Panificadora.** Pueden emplearse equipos de tratamiento de agua para mejorar la cantidad y calidad del gluten crudo, la acidez final y el poder de levantamiento de la masa.
- **Industria de bebidas.** Se recomienda el empleo de ATM para aumentar la estabilidad de las bebidas carbonatadas durante el almacenamiento. La patente describe que el

agua se somete a un CEM de 170-180 kA/m a velocidad del flujo de 1,0 – 1,5 m/s. Se filtra, se enfría a 3 – 4 °C y es sometida de nuevo al mismo campo electromagnético.

- **Industria pesquera.** Se aplicó para extraer los aceites esenciales del pescado, particularmente sardina. Según descripción de la patente, el sistema es un método combinado de CEM y posterior cocción con UHP.
- **Industria láctea.** El uso del electromagnetismo en la industria láctea se inició en la antigua URSS, en los años 70. Algunos sistemas pueden emplearse para obtener leches fermentadas de mejor calidad, ya que aumentan la viscosidad de la leche y disminuyen su tensión superficial.
- **Industria de aceites y grasas.** Existen varios métodos patentados para lograr altos rendimientos en extracción de aceite de semillas de girasol, soja y algodón, al aplicar 0,45 – 0,70 T a un flujo de 1,0-2,5 m/s, por 15-40 min, a 20 – 25 °C.
- **Industria confitera y aromas.** Los CEM de 0,4 – 0,6 T y 50 Hz también podrían emplearse en mejorar la calidad de masas de rellenos de chocolates, ya que aumentan la dispersión y proporcionan viscosidad óptima.
- **Inactivación de microorganismos en alimentos.** Actualmente existen diferentes sistemas para la inactivación de microorganismos, que utilizan CMO y envases de materiales no conductores de electricidad.

3.6. PULSOS LUMINOSOS.

Los pulsos de luz (PL) es una tecnología no térmica de procesamiento que consiste en la aplicación de pulsos lumínicos de alta energía sobre alimentos o superficies alimentarias con objeto de disminuir su carga microbiana. Para ello, se produce la descarga controlada de pulsos eléctricos de alta intensidad (1 – 5 kV) y corta duración (100 – 400 μ s) en una o varias lámparas de gas Xenón instaladas en un reactor donde se sitúa el producto a tratar. La ionización de este gas provoca un flash o pulso lumínico de alta intensidad y ancho espectro de emisión, desde los 200 nm (UV) hasta los 1.000 nm (infrarrojo cercano) y de alta capacidad bactericida. La cantidad considerable de luz en la región ultravioleta, en particular la de más corta longitud de onda, sería la responsable principal de la eficacia antimicrobiana de estos tratamientos. Al tratarse de destellos de corta duración y alta energía, el tratamiento mediante pulsos de luz es más eficaz y rápido que la aplicación de luz UV en continuo debido a su mayor poder de disipación y penetración. Los principales parámetros que definen el tratamiento aplicado son la frecuencia del pulso (J/cm^2) y el tiempo de tratamiento (número de pulsos por su anchura).

3.6.1. PULSOS ELÉCTRICOS Y LUMINOSOS.

Es un método de conservación por medio de pulsaciones de campos eléctricos.

Su función es que inactiva a la flora microbiana presente en los alimentos, sin modificar sus propiedades físicas como son el olor, sabor y textura, ni nutrimentales del alimento

3.6.1.1. Cómo funciona

Esta técnica se puede realizar a temperatura ambiente o en refrigeración.

Se basa en aplicar una breve descarga de alto voltaje a alimentos colocados entre dos electrodos por tiempos en el orden de los microsegundos. La fuerza del voltaje varía

según los electrodos, en los alimentos hay un rango de 1 – 100 kV/cm. El proceso por medio de pulsaciones de campos eléctricos es simple, solo se requiere una fuente de alto voltaje, un banco de condensadores, un interruptor y una cámara de tratamiento.

- En las semillas y tubérculos reduce la germinación.
- en carnes ave, y mariscos reduce la proliferación de bacterias, levaduras y mohos.
- En carne de cerdo reduce niveles de parásitos.
- En cereales destruye insectos y esteriliza huevos y larvas
- Especies destruye al máximo las poblaciones de organismos patógenos,
- En frutas tropicales atrasa el proceso de maduración.

3.6.1.2. Para que se utiliza

Es utilizado para la pasteurización de zumos de frutas, huevos y líquidos

Mejora los procesos de marinado, salazonado y deshidratación.

Mejora la calidad de los mostos al reducir el tiempo de maceración e incrementar el color en los vinos

3.6.2. Ventajas y Desventajas.

- La obtención de un alimento más seguro microbiológicamente.
- No aumento importante de la temperatura del producto.
- El bajo costo de mantenimiento).
- La alta eficiencia del proceso con bajos requerimientos de energía.

- La restricción en su aplicación solo se puede aplicar a fluidos o productos constituidos por partículas pequeñas, **(Barbosa-Cánovas, 1993)**

3.6.3. Pulsos luminosos como medio de conservación

Es un método de conservación en el cual por medio de pulsos luminosos se paralizan los microorganismos reduciendo así el uso de conservadores químicos

3.6.3.1. Cómo funciona

Es una técnica que aplica de forma sucesiva pulsos o destellos de luz con un espectro entre el ultravioleta y el infrarrojo próximo con una duración muy corta, lo que provoca que la energía transmitida sea muy intensa.

Mejorando la calidad y seguridad en los productos cárnicos, pesqueros, hortalizas y frutas.

3.6.3.2. Para que se utiliza

Produce una inactividad de microorganismos incluyendo esporas bacterianas y fúngicas.

Se utiliza para reducir o eliminar el empleo de desinfectantes y conservantes químicos.

Los pulsos deben de ser de corta duración, entre una décima y una micra de segundo y bastante intensos (1 a 20 flashes por segundo) y se utilizan para eliminar y reducir la población microbiana de las superficies de:

- Alimentos
- Envases
- Equipo

También se utilizan para eliminar o evitar el uso de desinfectantes químicos. **(Cano, 2001).**

3.6.3.3. Clases de Pulsos Luminosos

Luz blanca de alta intensidades un tratamiento limitado a la superficie de los productos, que puede utilizar se para la pasteurización de líquidos transparentes y alimentos en vasados en materiales transparentes.

3.6.3.4. Luz Ultravioleta

Los pulsos de luz han logrado por primera vez una reducción significativa de la proteína Ara h2, reducción que fue confirmada mediante una prueba bioquímica y ratificada con la exposición de estas proteínas en pacientes alérgicos

3.6.3.5. Ventajas y Desventajas.

- Su efecto es solo superficial.
- Esta tecnología no es eficaz en alimentos ricos en grasa o proteínas.
- No se necesita de tratamientos adicionales
- No produce alteraciones de la calidad sensorial.
- Respeta las propiedades nutricionales.
- Destruye Esporas

3.6.4. Aplicaciones

3.6.4.1. Descontaminación superficial de alimentos sólidos

Una de las potenciales aplicaciones de esta tecnología en la industria alimentaria es la descontaminación superficial de alimentos sólidos, como vegetales, huevos o los productos cárnicos y pequeros, aumentando por lo tanto su vida útil sin afectar negativamente sus propiedades organolépticas. Cuanto más liso y homogéneo sea el

producto, mayor es el nivel de descontaminación (*Lasagabaster, 2009*).

3.6.4.2. Pasteurización/esterilización de alimentos líquidos

También se ha planteado el uso de esta tecnología como alternativa a los tratamientos térmicos para pasteurizar/esterilizar productos líquidos transparentes a la luz o productos menos transparentes, siempre que la intensidad de tratamiento se incremente y se optimice la configuración de los reactores. Así, en los últimos años están apareciendo en el mercado diversos prototipos y equipos para esta aplicación (*Xenon corp., Claranor, etc.*).

3.6.4.3. Descontaminación de envases alimentarios

Actualmente, existen en el mercado diversas empresas que comercializan equipos para el tratamiento de envases y tapones alimentarios (*Claranor, Montena emc, etc.*). Sus principales ventajas frente a otros sistemas son su eficiencia energética y que no utilizan ni agua ni sustancias químicas, como el peróxido de hidrógeno, por lo que el proceso se puede considerar respetuoso con el medio ambiente.

3.7. IRRADIACIÓN

La irradiación de alimentos es un método físico de conservación que presenta interesantes beneficios pues prolonga el tiempo de comercialización de los productos y mejora la calidad higiénico-sanitaria de los mismos.

La *radiación* se puede *definir* como la emisión y propagación de energía a través del espacio o de un medio material. Durante su investigación

encaminada a descubrir procedimientos nuevos y más eficaces para conservar alimentos, los investigadores han prestado especial atención al posible empleo de radiaciones de distinta frecuencia, que se extienden desde la corriente eléctrica de baja frecuencia, hasta los rayos gamma de alta frecuencia. Muchas de estas investigaciones se han centrado en el empleo de los rayos ultravioleta, de las radiaciones ionizantes, y del calentamiento mediante microondas. **(Rahman, 2003)**

3.7.1. Radiaciones ionizantes

Muchos de los métodos tradicionales de tratamiento de alimentos consumen energía en una u otra forma: por ejemplo, el calor empleado para el envasado y la desecación al sol. La irradiación de alimentos emplea una forma particular de energía electromagnética, la de la radiación ionizante. Los rayos X, que son una forma de radiación ionizante, se descubrieron en 1895. La radiactividad y las radiaciones ionizantes asociadas (los rayos alfa, beta y gamma) se descubrieron al año siguiente. (La expresión «radiación ionizante» se utiliza para calificar a todas estas radiaciones que provocan en el material irradiado la aparición de partículas eléctricamente cargadas, denominadas iones.)

3.7.2. Dosis de radiación 38

La dosis de radiación, es decir, la cantidad de energía absorbida por el alimento, es el factor más importante en la irradiación. A menudo, para cada tipo distinto de alimento hay que emplear una dosis concreta si se quiere conseguir un resultado determinado. Si la cantidad de radiación empleado es inferior a la dosis apropiada, puede que no se consiga el efecto buscado. Recíprocamente, si la dosis es excesiva, el producto puede quedar tan deteriorado que deje de ser aceptable.

La unidad de dosis absorbida se denomina gray (Gy) y se define como la energía media comunicada por la radiación ionizante a la materia por unidad de masa. Un Gy equivale a un julio por kilogramo. (Otra unidad más antigua

de radiación, el rad, equivale a 0,01 Gy.) Actualmente, la dosis de radiación recomendada por la Comisión F AO/OMS del Codex Alimentarius para la irradiación de alimentos no excede de 10 000 grays, cifra que en general se expresa como 10 kGy. En realidad, se trata de una cantidad muy pequeña de energía, que equivale a la cantidad de calor necesaria para elevar 2,4 °C la temperatura del agua. Con esta pequeña cantidad de energía, no es de extrañar que un alimento se altere poco por el proceso de irradiación ni que el que reciba esta cantidad de radiación se considere apto para el consumo humano.

3.7.3. El proceso

Durante el proceso de irradiación se expone el alimento a la fuente de energía de manera que absorba una dosis precisa y específica. Para hacerlo, es necesario conocer la producción de energía de la fuente por unidad de tiempo, disponer de una relación espacial definida entre la fuente y el material irradiado, y exponer el material durante un periodo de tiempo determinado. La dosis de radiación ordinariamente utilizada en el tratamiento de alimentos va desde 50 Gy a 10 kGy y depende del tipo de alimento tratado y del efecto que se desea conseguir.

Las instalaciones de irradiación de alimentos varían en lo relativo al diseño y a la disposición física según el uso a que se destinen, pero esencialmente existen dos tipos: el de irradiación «en tandas» y el de irradiación «continua». En el primero, se irradia una cantidad determinada de alimentos durante un período de tiempo preciso. A continuación, la cámara en que se irradia el alimento se descarga para cargar otra tanda e irradiarla. En las instalaciones de irradiación

3.7.4. Efectos De La Irradiación De Alimentos

Toda decisión sobre la aceptabilidad de los alimentos irradiados, tanto si se trata de una elección personal del consumidor como de decisiones políticas de los gobiernos, se basa en una apreciación de los efectos que la irradiación tiene sobre el propio alimento, sobre los microorganismos y otras

sustancias que pueden contaminarlo, y lo que es más importante, sobre la salud y el bienestar del consumidor. Un alimento irradiado no debe aprobarse a menos que las ventajas de la irradiación sobrepasen con mucho a sus desventajas. Y ciertamente, ni siquiera las mayores ventajas técnicas podrían justificar su aprobación si quedaran dudas en cuanto a la inocuidad. **(Pothakamury, 1996).**

3.7.5. Radiación

Los alimentos, crudos o procesados, son expuestos a radiación ionizante (electrones de alta energía, rayos X o rayos gamma) o no ionizante (luz UV). En cualquiera de los casos se acaban generando radicales libres que ionizan las moléculas orgánicas del alimento, dando lugar a daños fundamentalmente a nivel del DNA. Las modificaciones que la radiación provoca en el color, sabor, aroma y demás parámetros de calidad son mínimos. Microbiológicamente, los mohos y las levaduras son más resistentes a la radiación ionizante que las bacterias. A nivel nutricional y sensorial, los efectos son muy dependientes de la dosis empleada.

El término irradiación se utiliza en la industria alimentaria para referirse a los tratamientos en que un alimento es sometido a la acción de radiaciones ionizantes.

Los alimentos son generalmente irradiados con rayos gamma de una fuente radioisotópica, con electrones o con rayos X generados utilizando un acelerador de electrones. Esta tecnología no es nueva, ya que ha sido utilizada para la esterilización de suministros médicos desde mucho antes que otras tecnologías de conservación más comunes. Como cualquier otra tecnología presenta sus ventajas y sus limitaciones, pero no es ni tan maravillosa como algunos opinan, ni tan terrible como otros indican.

El método de conservación de alimentos más estudiado en cuanto a su inocuidad. Algunos de estos estudios fueron llevados a cabo por el Comité

Científico de la Alimentación Humana (CCAH), quien expuso su opinión favorable sobre la irradiación de un gran número de alimentos entre los que se incluyen frutas, hortalizas, cereales, tubérculos, condimentos, especias y carnes en 1986, 1992 y 1998. En Europa, la irradiación de alimentos fue ratificada por EFSA, aunque se considera una práctica de último recurso, principalmente debido a la mala imagen que genera en los consumidores. En la Unión Europea, los únicos alimentos en los que está autorizada la irradiación, según la Directiva de aplicación 1999/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, son las hierbas aromáticas secas, especias y condimentos vegetales. Aunque algunos países miembros de la UE como Francia o Italia han ampliado la lista de alimentos sobre los que se puede utilizar esta tecnología, en España no se han hecho modificaciones al respecto.

La regulación y seguridad del proceso, materiales necesarios, costes y, principalmente, la baja aceptación del consumidor contribuyen a la poca comercialización de los alimentos irradiados. Sin embargo, más de 50 años de estudios científicos demuestran que su utilización en la industria alimentaria no conlleva ningún riesgo para el consumidor, además de tener, en algunos casos, efectos positivos sobre los alimentos.

3.8. Ultrasonidos

Los mecanismos a través de los cuales los ultrasonidos inactivan microorganismos están inducidos por la cavitación, que conduce al debilitamiento o la ruptura de las células bacterianas. Durante la cavitación también se forman radicales libres que atacan químicamente a las células, además de producirse peróxido de hidrógeno, un bactericida per se.

El procesamiento por ultrasonidos, por sí solo o en combinación con calor y/o presión, resulta eficaz para inactivar microorganismos y retener mejor los compuestos bioactivos de los alimentos líquidos con respecto al tratamiento térmico convencional. Sin embargo, ciertos atributos como el sabor y el color

pueden verse negativamente afectados por el efecto oxidativo y la cavitación. Por ello que la aplicación de los ultrasonidos, en la industria alimentaria, se emplea básicamente en los trabajos de limpieza y desinfección de instalaciones, tales como los automatismos para la higiene de ganchos de cuelgue en matadero de aves, cuchillos de corte, mallas y guantes metálicos..., obteniendo resultados muy positivos, minimizando tiempos de operarios de limpieza y optimizando los consumos de agua y de productos químicos.

Por sí solo no asegura la eliminación de los microorganismos esporulado, por lo que suele utilizarse de forma conjunta con tratamientos térmicos moderados o bien en combinación con tratamientos de presión.

La capacidad de las altas presiones hidrostáticas para la conservación de los alimentos se conoce desde que, en 1899, Hite pasteurizó leche mediante presurización, quedando demostrando así la reducción de la población microbiana gracias al uso de esta técnica. A partir de este primer estudio, años más tarde, se empezaron a estudiar los efectos de las altas presiones en otro tipo de productos, como frutas, hortalizas y carne. Sin embargo, el desarrollo de equipos que pudieran aplicar las altas presiones sobre los alimentos con fines comerciales, no fue posible hasta finales del siglo XX. Actualmente existen empresas dedicadas a la fabricación de equipos para su uso en sectores como el de bebidas, lácteo, cárnico, pesca y agrario. (**Fellows, 1994**)

3.9. RECUBRIMIENTO

Las cubiertas o recubrimientos involucran la formación de una estructura del polímero, directamente en la superficie del objeto que se pretende proteger o mejorar de alguna manera. De esta manera, las cubiertas llegan a ser parte del producto y permanecen en el mismo durante su uso y consumo

3.9.1. DIFERENCIA ENTRE RECUBRIMIENTO & PELÍCULA

La diferencia entre las películas y cubiertas consiste en que, en general, las películas son preformadas y las cubiertas se forman directamente sobre los productos en los que se aplican (Bosques, 2000). Las películas y cubiertas pueden ser comestibles, o simplemente biodegradables (*Krochta y De Mulder-Johnston, 1997*).

3.9.2. DIFERENCIA ENTRE RECUBRIMIENTO & PELÍCULA

La diferencia entre las películas y cubiertas consiste en que, en general, las películas son preformadas y las cubiertas se forman directamente sobre los productos en los que se aplican. Las películas y cubiertas pueden ser comestibles, o simplemente biodegradables. (*Southgate, 1992*).

3.9.3. RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES

Las cubiertas y películas comestibles se definen como capa delgada del material comestible, formada en un alimento o una capa colocada entre componentes del alimento ó capas delgadas preparadas a partir de material comestible que actúan como una barrera a los elementos externos (factores como humedad, aceite, vapor), y de esta manera, protegen al producto y prolongan su vida de anaquel.

3.10. Ozono

Frente a los agentes desinfectantes tradicionales (cloro, dióxido de cloro, clorito sódico, hipoclorito sódico, hipoclorito cálcico, ácido peroxiacético), la ozonización ha demostrado reducir los recuentos de los microorganismos alterantes y patógenos más comunes en alimentos. La

eficacia de este tratamiento depende del flujo del gas, la concentración, la temperatura, el pH del medio y la presencia de materia orgánica.

Debido a su inestabilidad y elevado poder oxidante, el ozono actúa rápidamente rompiendo dobles enlaces y anillos aromáticos. Por ello, se lo utiliza como agente desinfectante en distintas aplicaciones, la más difundida es el tratamiento de aguas y en la desinfección de aire en distintos tipos de ambientes cerrados (posee acción microbicida y desodorizante). El O₃ (ozono), es una alótropo del oxígeno termodinámicamente inestable, formado por tres moléculas de este elemento; su energía libre estándar de formación ($\Delta G^{\circ f}$) es positiva, por lo que el proceso de descomposición en moléculas de oxígeno diatómicas (O₂) es espontáneo.

La conservación en cámaras frigoríficas de productos perecederos como carnes, pescado, vegetales, frutas, lácteos, etc. está ampliamente difundida en la industria. La gran desventaja de estos equipos es la necesidad de procesos secundarios que eviten el desarrollo de microorganismos resistentes a las bajas temperaturas y la generación de malos olores en el interior de las cámaras. Entre los sistemas que apoyan la acción del frío se pueden citar la radiación ultravioleta, carbón activado, compuestos de amonio cuaternario, aldehído fórmico, permanganato potásico, etc. Sin embargo todos ellos presentan el inconveniente de producir residuos tóxicos, por lo que no pueden entrar en contacto directo con los alimentos.

Por ende en la actualidad se prefiere la utilización de ozono como alternativa a los anteriores, debido principalmente a su baja toxicidad, a sus propiedades como desinfectante y desodorizante y a la escasez de residuos al finalizar el proceso. Dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad y del tipo de producto a conservar, la dosis de aplicación de ozono en cámaras frigoríficas varía de 0,6 a 1,6 mg / m³. Es posible afirmar que la ozonización cumple cuatro objetivos esenciales que aseguran una correcta conservación de los alimentos, tanto en cámaras

frigoríficas como en locales de manipulación, conservación y distribución:

- ⊗ Mantiene la limpieza y desinfección del ambiente.
- ⊗ Evita o disminuye la pérdida de peso de los alimentos durante su almacenamiento.
- ⊗ Desodoriza completamente el ambiente, impidiendo la transmisión de olores de un alimento a otro.
- ⊗ Favorece la conservación de los alimentos por un período de tiempo mayor. **(Desrosier, 1991)**

3.11. Plasma frío

Se trata de un cuarto estado de la materia donde no existe equilibrio termodinámico entre los electrones y la mayor parte de átomos y moléculas gaseosas, lo que da lugar a un sistema adiabático con alto contenido de energía cinética a temperaturas bajas, siempre inferiores a 70 °C. El plasma frío se genera al someter un gas a un potente campo eléctrico, ionizándose parcialmente dicho gas.

Aparte se generan especies altamente energéticas capaces de romper los enlaces covalentes e iniciar numerosas reacciones químicas con implicaciones tecnológicas, entre ellas la inactivación de microorganismos. Las exposiciones prolongadas inevitablemente merman el contenido de polifenoles antioxidantes. Actualmente esta tecnología resulta cara y costosa y existen muy pocos sistemas comercializados, centrados en aplicaciones muy concretas. **(Rahman, 2003)**.

3.12. Dióxido de carbono supercrítico

Este tratamiento incluye el CO₂ líquido, el CO₂ supercrítico y el CO₂ altamente presurizado (*high pressurised carbon dioxide*, HPCD) y cuenta con unas propiedades muy atractivas como método de conservación de alimentos por su elevada capacidad antimicrobiana, su actividad frente a

enzimas alterantes, su baja toxicidad y su fácil eliminación -basta con despresurizar.

Las condiciones de presión también son más suaves y el control es relativamente fácil. Además, es inerte, no tóxico, accesible y barato, y, en condiciones ambientales, el CO es gas, de tal forma que no deja ningún residuo en el producto final. A continuación se realiza una revisión del estado actual de la esterilización mediante CO₂-SC. La tecnología utilizada para la extracción está basada en la **utilización de fluidos supercríticos**, sustancias que se encuentran en determinadas circunstancias en un estado con propiedades intermedias entre líquido y gas. Se ha demostrado que el CO₂ supercrítico, un gas totalmente inocuo, se convierte en un **potente disolvente** en condiciones de presión y temperatura superiores a su punto crítico.

Entre sus ventajas destacamos la fácil separación de sustancias, podemos utilizar temperaturas suaves que no dañan al producto, además, encontramos en el CO₂ supercrítico una gran capacidad selectiva y no genera residuos. Por lo tanto, es una **técnica más limpia y segura** que los procesos convencionales y nos permite conservar los principios activos de las sustancias.

A nivel industrial, los fluidos supercríticos se utilizan en el sector agroalimentario, químico, farmacéutico y en cosmética.

Como hemos mencionado anteriormente es una técnica que facilita la obtención de productos de origen natural, nos permite adaptar los productos a nuevos hábitos de consumo y hace posible que los procesos de fabricación no sean contaminantes.

Esta técnica se aplica por ejemplo en la obtención de **extractos herbales** a partir de plantas aromáticas para fabricar aceites esenciales, colorantes naturales, el fraccionamiento de bebidas para la desalcoholización, la extracción de grasas realimentos o el colesterol de los alimentos, la descafeinización del café la recuperación de la nicotina,

operaciones de desinfección, descontaminación de aguas residuales **(Rahman, 2003)**.

3.13. OSMOSIS

Es uno de los procesos químicos que más tiende a ocurrir en la **cocina**, sin darnos cuenta. La **osmosis** es el proceso por el cual el agua pasa a través de una membrana de una solución más diluida a una más concentrada, tendiendo a equilibrar las concentraciones.

Usos alimentarios

La osmosis ha sido ampliamente utilizada para conseguir concentrados alimenticios y muy buena calidad.

Concentrado de zumos de frutas

La concentración elimina el agua y mantiene el aroma. La producción de zumos concentrados mediante ósmosis tiene las siguientes ventajas:

- No destruye las vitaminas ni se pierden los aromas.
- Bajo consumo energético

Preconcentración de jugos azucarados

Con la ósmosis se puede preconcentrar los jugos azucarados antes de su evaporación para eliminar gran parte del agua que poseen. Así se puede reducir consumo energía y aumentar capacidad de evaporación.

Preconcentrado de la clara de huevo

La ósmosis conserva todas sustancias solubles del producto final (glucosa). Reduce costos de secado y mejora la calidad del producto.

Estabilización de vinos

La estabilización del vino tiene por objeto eliminar un precipitado de tartrato potásico, puede hacerse precipitando los tartratos de forma controlada, tras concentrar el vino por ósmosis.

Se hace pasar el vino a través de una ósmosis, obteniéndose, por un lado, un permeado que representa aproximadamente el 60 % del volumen inicial, y por otro, un concentrado que supone el 40 % restante en el que los distintos productos que no pueden atravesar las membranas se encuentran concentradas 2,5 veces.

Fermentación alcohólica

La ósmosis inversa puede utilizarse para producir alcohol a partir de los jugos azucarados.

El contenido de la cuba de fermentación alcohólica se bombea en todo momento hacia las membranas de ósmosis permitiendo el paso de agua y alcohol que se destila separando el agua del alcohol.

3.14. SALADO EN PILA SECA

Es comúnmente utilizada para especies magras (bajas en grasa), que no presentan problemas de oxidación, y que luego del salado son normalmente sometidos a un proceso de secado.

3.15. SALADO EN PILA HUMEDA

Técnica similar a la pila seca, solo que en este caso el pescado es colocado sobre un tanque o contenedor y la salmuera natural es colectada en el mismo depósito, de manera que en pocas horas llega a cubrir el pescado apilado.

3.16. SALOZON

Es un método que sirve para preservar los alimentos, de forma que se encuentren disponibles para el consumo y tengan un mayor tiempo de

vida. La **salazón** es la deshidratación parcial de los alimentos, con la cual refuerza el sabor y la inhibición de algunas bacterias.

IV. CONCLUSIONES

- El ámbito de las tecnologías no térmicas es un vasto mundo de oportunidades para la transformación y conservación de los alimentos con excelente calidad. Actualmente hay muchos desafíos que enfrentan los científicos de alimentos, específicamente las relacionadas con las tecnologías no térmicas, aunque ya varios de ellos han sido probados con éxito en la inactivación microbiana.
- Los aspectos relacionados con los mecanismos de inactivación celular y mejoras en los procesos y equipos no térmicos, se encuentran entre las prioridades que deben abordarse en los próximos años. Los científicos y los ingenieros de alimentos en todo el mundo están dedicando mucho tiempo a investigar la mayoría de estos aspectos.
- Aspectos relacionados con la inactivación de esporas y el uso de nuevas tecnologías que inactiven efectivamente células vegetativas. Los resultados podrían ser similares a los alcanzados con alta presión, que trajo consigo la reciente aprobación de la tecnología PATS. Además, para comprobar si la aplicación de la energía generada por una tecnología no térmica es suficiente para inactivar los microorganismos y para preservar el contenido nutricional de los alimentos se deben evaluar varias características relacionadas a los aspectos toxicológicos de los nuevos productos.
- Una tecnología no térmica no debe ser responsable de la creación de compuestos indeseables o sustancias tóxicas que puedan ser perjudiciales para los consumidores. Los investigadores y tecnólogos de alimentos que impulsan una determinada tecnología emergente desde el laboratorio a la aprobación regulatoria, y luego a la comercialización, deben asegurarse que los alimentos proporcionarán a los consumidores productos de características sobresalientes.

V. RECOMENDACIONES

- La investigación en tecnologías no térmicas se ha venido desarrollando en función de la demanda del consumidor por productos mínimamente procesados de alta calidad, prácticos y seguros. Los procesos no térmicos permiten extender la vida útil de los alimentos vegetales, prescindiendo del uso de aditivos y conservantes artificiales. De esta manera se logra preservar el sabor, color, textura y las propiedades nutritivas y funcionales de los productos vegetales.
- La mayoría de estas tecnologías no son eficientes por si solas, y por lo general es recomendado su uso en combinación con métodos tradicionales y/o con otras técnicas emergentes (métodos combinados).
- Uno de los principales inconvenientes de los procesos no térmicos, está relacionado con la inactivación de microorganismos esporulados; siendo en este caso la APH la que mayores avances ha logrado a través del uso de PATS.
- A medida que la investigación avanza, las tecnologías de este tipo ganan terreno en la industria alimentaria, mostrando un gran potencial para la conservación de productos vegetales con una alta calidad nutricional y organoléptica.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- David Southgate, Conservación de frutas y hortalizas, ed. Acribia S.A, 1992, pág. 7-17.
- Revista. Ing. Margarita Betancourt López. Ing. Mayra Manzanedo García. Dr. Héctor Conejero González: ALIMENTOS. SU CONSERVACIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN. www.bibliociencias.cu/gsd/collect/revistas/index/assoc/...dir/doc.pdf.
- Vanaclocha, A. y Requena, J., Procesos de conservación de alimentos, MundiPrensa, Madrid, 1999.
- Fellows, P., Tecnología del procesado de los alimentos, Acribia, España, 1994.
- Desrosier W., Norman, Conservación de alimentos, CECSA, México, 1981.
- Barbosa-Cánovas, G.Y., Pothakamury, U.R, Palou, E., SWANSON, B.G. Non-thermal Preservation of Foods, Marcel Dekker, Nueva York, EUA., 1997.
- Cano, P. (2001). Procesado y conservación de alimentos vegetales. Revista Horticultura, 150,110-114.
- Pothakamury, U.R, Vega, H., Zhang, Q., Barbosa-Cánovas, G., Swanson, B.G. Effect of growth stage and processing temperature on the inactivation of E. coli by pulsed electric fields, J. Food Protec., 59(11):1167-1171, 1996.
- Rahman, M. shafiur, Manual de conservación de los alimentos, editorial Acribia, 2003, Zaragoza – España.

- Hofmann, Gunter. A., Deactivation of microorganisms by an oscillating magnetic field, Patent 4,524,079, Estados Unidos, 1985.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

➤ Abióticos

En la descripción de los ecosistemas se distinguen los factores **abióticos**, que vienen dados por la influencia de los componentes físico químicos del medio, de los factores bióticos, cuyo origen reside en los seres vivos y sus productos

➤ Acidulantes

Un **acidulante** se trata de una sustancia aditiva que se suele incluir en ciertos alimentos con el objetivo de modificar su acidez, modificar o reforzar su sabor. Por ejemplo, a las bebidas se les suele añadir con el propósito de modificar la sensación de dulzura producida por el azúcar.

➤ Autólisis

La **autólisis** (del griego auto, el mismo, y lisis, pérdida, disolución) es un proceso biológico por el cual una célula se autodestruye, es decir, es un proceso de lisis celular espontánea, normalmente debida a la actividad de proteínas líticas llamadas autolisinas

➤ Bacteriocinas

Una **bacteriocina** es una toxina proteica sintetizada por una bacteria con el fin de inhibir el crecimiento de bacterias similares o de cepas cercanas. Aunque existe controversia al respecto, muchas veces son consideradas como antibióticos de corto espectro. Son muy diversas estructural, fisiológica y ecológicamente

➤ Bioreactores

Un **biorreactor** es un recipiente o sistema que mantiene un ambiente biológicamente activo. En algunos casos, un **biorreactor** es un recipiente en el que se lleva a cabo un proceso químico que involucra organismos o sustancias bioquímicamente activas derivadas de dichos organismos

➤ Covalentes

Los enlaces **covalentes** se desarrollan entre átomos de distintos elementos no metales y entre átomos que pertenecen a un mismo elemento no metal. Los átomos enlazados de manera **covalente** comparten sus pares de electrones en el orbital moléculas

➤ Diatómicas

Los elementos que se encuentran en estado **diatómico** bajo una situación de 100 000 Pa (1 bar) y 298 K (25 °C) son: hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y los halógenos: flúor, cloro, bromo, yodo, y probablemente también el astato

➤ Electroporación

La **electroporación** o electropermeabilización consiste en provocar un aumento significativo de la conductividad eléctrica y la permeabilidad de la membrana plasmática celular mediante un campo eléctrico aplicado externamente

➤ Electrolisis

La **electrólisis** es el proceso que separa los elementos de un compuesto por medio de la electricidad. En ella ocurre la captura de electrones por los cationes

➤ Enzimas

Las **enzimas** son moléculas de naturaleza proteica que catalizan reacciones químicas, siempre que sean termodinámicamente posibles: una enzima hace que una reacción química que es energéticamente posible (ver energía libre de Gibbs), pero que transcurre a una velocidad muy baja, sea cinéticamente favorable, es decir, transcurra a mayor velocidad que sin la presencia de la enzima. En estas reacciones, las enzimas actúan sobre unas moléculas denominadas sustratos, las cuales se convierten en moléculas diferentes denominadas productos. Casi todos los procesos en las células necesitan enzimas para que ocurran a unas tasas significativas. A las reacciones mediadas por enzimas se las denomina reacciones enzimáticas.

➤ Geomagnético

El **geomagnetismo** es el área de la ciencia que se ocupa del estudio del [campo magnético terrestre](#), tanto de su generación como de su variación espacial y temporal

➤ Hidrostática

El profesor Eliécer Quesada Brenes nos explica: que la **hidrostática** estudia los fluidos incompresibles en estado de equilibrio, el principio de Arquímedes, fórmulas para calcular: el peso de un cuerpo, que es masa del cuerpo por gravedad; la densidad de un cuerpo, que es masa del cuerpo entre el volumen del cuerpo.

➤ Iónico

Los iones se clasifican en dos tipos: a) Anión: Es un ion con carga eléctrica negativa, lo que significa que los átomos que lo conforman tienen un exceso de electrones. Comúnmente los aniones están formados por no metales, aunque hay ciertos aniones formados por metales y no metales

➤ Irradiación

La **irradiación de alimentos**, a veces llamada pasteurización fría, ionización de alimentos o alimentos irradiados, es un tratamiento que puede darse a ciertos alimentos mediante radiaciones ionizantes, generalmente electrones de alta energía u ondas electromagnéticas producida por elementos radiactivos (radiación X o gamma). El proceso involucra exponer los alimentos a cantidades controladas de esa radiación radioactiva para lograr ciertos objetivos

➤ Ionización

Conversión de los átomos de un compuesto en átomos cargados eléctricamente.

➤ Organolépticas

Las propiedades **organolépticas** son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color o

temperatura. Su estudio es importante en las ramas de la ciencia en que es habitual evaluar

➤ Presión Hidrostática

Se describe como **presión al acto y resultado de comprimir, estrujar o apretar**; a la coacción que se puede ejercer sobre un sujeto o conjunto; o la magnitud física que permite expresar el poder o fuerza que se ejerce sobre un elemento o **cuerpo** en una cierta unidad de superficie

➤ Pasteurización

Procedimiento que consiste en someter un alimento, generalmente líquido, a una temperatura aproximada de 80 grados durante un corto período de tiempo enfriándolo después rápidamente, con el fin de destruir los microorganismos sin alterar la composición y cualidades del líquido.

"la pasteurización no altera el sabor y composición de los alimentos