

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA
PERUANA**



**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

MEMORIA DESCRIPTIVA

**“CONSERVACIÓN DE FRUTAS USANDO MÉTODOS
COMBINADOS”**

Presentado por el bachiller:

JAIME MONTILLA CABUDIVA

**Para optar el Título Profesional de
Ingeniero en Industrias Alimentarias**

**Iquitos - Perú
2015**

Miembros del Jurado

Memoria Descriptiva aprobada en Sustentación Pública en la ciudad de Iquitos en las instalaciones del Auditorio de la Facultad de Agronomía llevado a cabo el día 04 de febrero de 2015, siendo los miembros del jurado calificador los abajo firmantes:

Carlos Enrique López Panduro.
Presidente

Elmer Trevejo Chávez.
Miembro

Juan Alberto Flores Garazatúa.
Miembro

Jorge Augusto Torres Luperdi
Miembro Suplente

Dedicatoria

A DIOS por todas las cosas maravillosas de la vida, A mi madre en especial Nila Cabudiva quien puso DIOS en mi camino para ser siempre ese motor y guía que me conduce a lograr mis metas y éxito, A mi padre Beder Montilla que siempre está conmigo dando apoyo y consejo, al amor de mi vida A mi hija Jade Antonella y mi hermanito Mateo Michael que gracias a ellos me da fuerza y valor en la vida, mi hermana lizeth quien con sus palabras y buenos deseos siempre me apoyaron para salir adelante a mis hermanos teddy y Danny, y a mi pareja Debra Córdova que con su compañía me apoya, vela y enseña a ser un buen papa y a seguir luchando, en la vida. Gracias a estas personas que amo con el corazón y me impulsaron a hacer realidad este gran sueño.

A mi amigo en especial a Jaime Raúl Del Águila Gallardo que de donde está (el cielo), le dedico este gran sueño como el algún día quiso también hacerlo pero sé que allá eres muy feliz amigo mío, y siempre cada éxito mío será tuyo también, gracias por tu amistad.

Mientras más difícil se haga el camino., Dios multiplicara mis fuerzas, y mientras más fuertes se hagan mis pruebas, más grande será mi victoria

Jaime Montilla Cabudiva.

Agradecimientos

En especial un agradecimiento muy grande a DIOS quien fue mi guía y me dio la fortaleza y sabiduría de seguir adelante y de poder sobrepasar los obstáculos que se me presentaran y en especial por darme la oportunidad de tener una mamá y papá como la que tengo, la cual fue siempre ese gran motor para alcanzar la meta y el éxito. De igual forma un agradecimiento muy especial para mi hija Jade Antonella y mi hermano Mateo Michael a mi pareja Debra Córdova que son mis fortaleza como mis padres; a mis Hermanos Lizeth, Teddy; Danny los cuales fueron fundamentales con sus palabras de apoyo en todo este proceso de formación.

Agradecimiento especial ;Al ing. Juan Flores Garazatúa, por su amable y complacencia en su apoyo de instrucción y conocimiento en este tema; al ing. Roger Ruiz por su apoyo en el tema, al ing. Carlos Li por su pautas y enseñanza, al ing. Elmer trevejo por su apoyo y guía de hacer realidad este trabajo escrito; a la bibliotecaria de la (F.I.A); por su comprensión y apoyo en los libros y tesis; a la Sra. Liser Rodriguez, por su gran apoyo incondicional y prestigio de poder cumplir la investigación de esta memoria descriptiva; y a todos mis amigos que me apoyaron moral y éticamente en sus palabras y conocimiento.

RESUMEN

Los niveles de alimentos de origen vegetal que sufren deterioro durante su formación, o luego de ser cosechados, se encuentran en el orden de 5-25% en países desarrollados y 20-50% en países en vía de desarrollo, en un mundo donde la escasez de comida resulta uno de los problemas gubernamentales de mayor importancia, estas cifras resaltan la importancia de la conservación de frutas y hortalizas. La aplicación de tratamientos de conservación debe basarse inicialmente en un conocimiento profundo de los mecanismos de deterioro que sufre este tipo de alimentos cuando están expuestos en ambientes naturales en los cuales pasan la mayor parte del tiempo.

La mayoría de afectaciones sufridas por las frutas y hortalizas responden al desencadenamiento de reacciones internas de degradación, en las que los principales protagonistas resultan ser compuestos internos.

Al conocer los fenómenos de deterioro comunes es posible establecer rutas de control que permitan intervenir los factores influyentes ya sea de forma interna o externa, diversos estudios se encaminan actualmente con el objetivo de precisar las condiciones específicas de deterioro de las frutas y hortalizas, la heterogeneidad en sus características y condiciones ambientales hacen que este campo de estudio sea tan extenso cómo interesante.

El aumento en la popularidad del consumo de frutas y hortalizas frescas en el mundo está forzando a la agroindustria a aplicar procesos de preservación mínimos, que permiten obtener productos de características organolépticas similares a los frescos. Algunos avances tecnológicos de métodos combinados tradicionales de la conservación de alimentos cumplen este objetivo.

En consecuencia es de interés para el desarrollo futuro de la actividad frutícola, hortícola y agroindustrial del país, disponer de alternativas tecnológicas viables aplicables a las especies más importantes de frutas y hortalizas. Idealmente, interesa obtener productos derivados estables, con propiedades similares a las de frutas y hortalizas frescas, que demanden el mínimo uso de energía para estabilizar el producto, o para su posterior almacenamiento y distribución, con destino al consumo directo o a la agroindustria; esta situación es la que ha llevado a la implementación de nuevas tecnologías que permitan conservar por más tiempo sus características nutricionales y funcionales, dentro de las tecnologías emergentes cabe destacar la tecnología de barreras, la cual tiene como principio obtener el efecto sinérgico de la diversidad de los tratamientos utilizados en los procesos de conservación.

La tecnología de los métodos combinados permite reducir la intensidad del tratamiento térmico y mantener las propiedades organolépticas en el producto final, mediante una combinación de obstáculos que aseguran la estabilidad y seguridad microbiana.

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas son en la actualidad un grupo de alimentos a los cuales se les está prestando un especial cuidado gracias a sus características nutricionales y saludables, siendo estas últimas el centro de atención de muchas investigaciones por los llamados compuestos antioxidantes.

INDICE

	Pág.
Introducción	1
I. Antecedentes.....	4
II. Objetivos.....	6
2.1. Objetivo General	6
2.2. Objetivos Específicos	6
III. Revisión Bibliografía	
3.1. Conservación de los alimentos	7
3.1.1. Conservación por calor	8
3.1.1.1. Métodos de conservación aplicando altas temperaturas	9
3.1.2. Conservación por frio	13
3.1.2.1. Métodos de conservación aplicando bajas temperaturas	14
3.1.3. Conservación por deshidratación	16
3.1.4. Conservación mediante aditivos	17
3.1.5. Conservación por irradiación	19
3.1.6. Conservación mediante producción de vacío	19
3.2. Conservación de frutas	20
3.2.1. Importancia de la fruta	21
3.2.2. Deterioro de las frutas.....	22
3.3. Conservación por métodos combinados	23
3.3.1. Frutas mínimamente procesados	23
3.3.2. Métodos combinados	25
3.3.3. Tecnología de barrera u obstáculos.....	26
3.3.4. Fundamento de los métodos combinados	28
3.3.4.1. Aplicación de métodos combinados	30
3.3.4.2. Criterios para seleccionar los factores de conservación a combinar en el desarrollo de los productos frutícolas	34
3.3.4.3. Microorganismo asociados a frutas.....	34
3.3.4.4. Reacción físico - químico de deterioro.....	36

3.3.4.5. Infraestructura de elaboración y almacenamiento disponible con los Métodos combinaos.....	37
3.3.4.6. Propiedades sensoriales, vida útil y requisitos de los productos.....	38
3.3.4.7. Principales técnicas para reducir la disponibilidad de agua y/o introducir aditivos	40
3.4. Técnicas de barreras o métodos combinados utilizadas en el desarrollo de productos frutícolas autoestable	42
3.4.1. Escaldado	42
3.4.2. Humectantes	43
3.4.3. Antimicrobianos	45
3.4.4. Acidulantes.....	47
3.5. Diagramas de flujo para la producción de frutas autoestable de alta humedad y de humedad intermedia conservadas por tecnologías de barreras	48
3.5.1. Productos frutícolas de alta humedad.....	48
3.5.2. Productos frutícolas de humedad intermedia.....	50
3.6. Principios de los métodos combinados de conservación.....	51
3.6.1. Descripción de los métodos combinados de conservación a utilizar	53
3.6.1.1. Deshidratación osmótica	53
3.6.1.2. Flujo continuos de masa	54
3.6.1.3. Factores que influyen en el proceso de deshidratación	54
3.6.1.4. Ventaja de la deshidratación osmótica en los alimentos.....	56
3.7. Estado actual de los vegetales mínimamente procesados	56
3.7.1. Calidad y seguridad alimentaria en vegetales mínimamente procesados..	60
Conclusiones	63
Recomendaciones	64
Referencias bibliográficas	65
Anexos.....	71
Glosario	83

INTRODUCCIÓN

Las limitantes más importantes para incrementar el consumo fresco y/o el procesamiento de frutas tropicales son la estacionalidad de la producción y su perecibilidad. Venezuela por sus condiciones geográficas tiene un enorme potencial de producción de frutas, siendo actualmente importante pero diseminada por todo el país.

Una forma parcial de remediar esta situación es la de procesar localmente ese excedente no consumido en fresco. Ante esta problemática surge como alternativa el empleo de tecnologías sustitutivas más sencillas y de menor costo. La conservación de frutas por métodos combinados, viene siendo objeto de evaluación y estudio en el ámbito iberoamericano (ELGUEZÁBAL, 1992).

El importante valor nutricional y económico de las frutas frescos es bien conocido. Las frutas son los mejores transportadores de vitaminas, minerales esenciales, fibra dietaria, antioxidantes fenólicos, glucosinolatos y otras sustancias bioactivas. Además proveen de carbohidratos, proteínas y calorías. Estos efectos nutricionales y promotores de la salud mejoran el bienestar humano y reducen el riesgo de varias enfermedades.

Las frutas y las hortalizas son productos altamente perecederos. Comúnmente, hasta un 23 por ciento de las frutas y las hortalizas más perecederos se pierden debido a deterioros microbiológicos y fisiológicos, pérdida de agua, daño mecánico durante la cosecha, envasado y transporte, o a las inadecuadas condiciones de traslado. Estas pérdidas ascienden a más del 40-50 por ciento en las regiones tropicales y subtropicales.

Las pérdidas también ocurren durante la vida útil y la preparación en el hogar y en los servicios de comida. Más aún, en muchos países en desarrollo la producción de productos frutihortícolas para el mercado local o la exportación es limitada debido a la falta de maquinaria y de infraestructura.

La reducción de las altas pérdidas de frutas y hortalizas requiere la adopción de varias medidas durante la cosecha, el manipuleo, el almacenamiento, el envasado y el procesamiento de frutas y hortalizas frescas para obtener productos adecuados con mejores propiedades de almacenamiento (MEJÍA, 2005).

La tecnología de barrera o métodos combinados mejora la calidad de los alimentos mediante una combinación de obstáculos que aseguran la estabilidad y seguridad microbiana, así como propiedades nutritivas y económicas.

- La estabilidad microbiana y la seguridad de algunos alimentos de reciente desarrollo se basan en el empleo de diversos factores de conservación denominados obstáculos (hurdles), que los microorganismos presentes son incapaces de remontar.
- Un producto establece los obstáculos que controlan la alteración microbiana, la intoxicación alimentaria.
- Empleo de combinaciones de obstáculos de forma deliberada e inteligente consiguiendo con ello mejoras en la seguridad y sobre todo en la calidad del alimento, proporcionando a los consumidores alimentos frescos y convenientes (<http://www.ainia.es.com>).

En consecuencia, existe una necesidad urgente de alternativas de procesamientos simples y baratos que reemplacen la esterilización, refrigeración, congelación y otros métodos de procesamiento con gasto de energía e inversiones de capital intensivas. Los métodos combinados, aplicados a la conservación de frutas, podrían aportar una solución a esta problemática.

En este sentido, para prolongar su vida útil normalmente se emplean procesos tradicionales de transformación que incluyen tratamientos térmicos que suelen aplicar temperaturas elevadas y tiempos prolongados, provocando pérdida de volumen (LEITSNER & GOULD, 2002).

En general el empleo de esta técnica conlleva costes elevados por lo que la reducción parcial de agua del alimento por otros métodos, antes de la liofilización, podría contribuir a la obtención de productos de menor coste. En este contexto resultan interesantes las técnicas de secado por aire caliente, secado por microondas y deshidratación osmótica. En la técnica de secado por aire caliente o convectivo se produce una deshidratación, producida por el paso de una corriente de aire caliente que elimina el agua de la superficie creando un gradiente difusional que provoca la salida del agua del interior.

La deshidratación osmótica es una técnica de concentración de aplicación tecnológica simple, que consiste en sumergir la muestra en una disolución de alta presión osmótica a temperaturas que pueden ser moderadas.

Estos métodos nos permiten obtener productos de frutas con buen sabor, aroma y un contenido nutritivo en minerales y con una mínima pérdida en vitaminas (WILEY, 1997).

En este trabajo de Memoria Descriptiva se pretende recopilar información concerniente a la conservación de frutas usando los métodos combinados.

I. ANTECEDENTES.

- Reátegui, M. “Conservación de pulpa de aguaje (*Mauritia flexuosa*), por la tecnología de Métodos Combinados”; Obtención de pulpa de aguaje (*Mauritia flexuosa*), conservados por la tecnología de Métodos Combinados; determinándose los parámetros de flujo de procesamiento de la pulpa, evaluando su almacenamiento y determinando el tiempo de vida útil.
- Según UNCUYO. (2005), en su publicación. “Tecnología de conservación por métodos combinados en pimiento, chaucha y berenjena”; La tecnología de barrera o métodos combinados mejora la calidad de los alimentos mediante una combinación de obstáculos que aseguran la estabilidad y seguridad microbiana, así como propiedades nutritivas y económicas.
- SCHWARTZ, M. (1993), manifiesta en su publicación.” Conservación de frutas por métodos combinados: Una alternativa de interés para los productores y la agroindustria”. Que la difusión de los solutos de la fruta hacia la solución concentrada durante la deshidratación osmótica, es muy pequeña comparada con la entrada de solutos de la solución hacia la fruta, la velocidad de deshidratación osmótica puede ser medida por los cambios presentados en función del peso de la fruta, contenido de agua de la fruta, contenido de sólidos totales de la fruta, pérdida de agua de la fruta y ganancia de sólidos por la fruta.
- Welti, J. (1998). A nivel internacional, hace un estudio comparativo del estado del arte y futuro de los alimentos mínimamente procesado.

- García, R; (2006). En su trabajo en ejecución en “obtención de productos mínimamente procesada de humedad baja e intermedias”, conservadas en frio cuatro especies de peces Amazónicos de los cuales se cuenta con resultados satisfactorio de tiempo de procesado, concentración de salmuera óptimos, para ser aplicados en productos mínimamente procesados productos de humedad intermedia.

- Loaiza, (1997) reportó en muestras de lechuga mínimamente procesada que mediante la inmersión en agua a temperaturas de 45-55 °C se obtenía como resultado la inactivación de la enzima polifenoloxidasa (PAL), permitiendo de esta forma alargar su vida útil y conservar su calidad visual gracias a la inhibición de las reacciones de pardeamiento ocasionadas por dicha enzima (PAL). También encontró que mediante la combinación de un tratamiento térmico (50°C/90s) con cloro libre (20 mg/l) se logró reducir significativamente la población de algunos microorganismos y las reacciones de pardeamiento en lechuga iceberg.

II. OBJETIVOS.

2.1. OBJETIVO GENERAL.

- Conservación de frutas usando métodos combinados, para prolongar la vida útil en los productos.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Recopilar información sobre la minimización sobre el efecto negativo que tienen los microorganismos tanto patógenos, como deteriorativos y los cambios físico-químicos que efectúan en la conservación de la fruta.
- Recopilación de información a fin de fortalecer el interés científico-tecnológico mediante el desarrollo de técnicas de elaboración, conservación y control de calidad de productos vegetales procesados.
- Recopilación de información para proporcionar al consumidor un producto frutícola u hortícola muy parecido al fresco con una vida útil prolongada y, al mismo tiempo, garantizar la seguridad de los mismos, manteniendo una sólida calidad nutritiva y sensorial.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

3.1. CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS.

Conservar los alimentos consiste en bloquear la acción de los agentes (enzimas, bacterias, o microorganismos) que pueden alterar sus características originarias (aspecto, olor y sabor).

La conservación fue uno de los primeros logros del hombre primitivo en el campo de la alimentación. Ya en la prehistoria se conservaban alimentos gracias a la desecación, el ahumado y la salazón. Con la aparición del hombre sedentario, de la agricultura y la ganadería fue cuando se hizo más necesaria la conservación y gracias a la aparición del comercio y la navegación, adquirió una eficacia real permitiendo el intercambio de unos alimentos por otros.

A finales del siglo XVIII, Nicolás Appert, un confitero parisino, descubre la forma de esterilizar los alimentos mediante el calor y comercializa las primeras conserva envasadas de carnes, legumbres, frutas y vegetales.

Durante este último siglo, gracias a la evolución de la tecnología, se desarrollan nuevas técnicas de conservación (ultracongelación, pasteurización y deshidratación) las cuales proporcionan grandes posibilidades a la industria alimentarla, facilitando la distribución geográfica y una mayor duración de los alimentos (CASAURRAN, LAFORGUE , 1976).

A continuación veremos las técnicas de conservación más utilizados.

3.1.1. CONSERVACIÓN POR CALOR.

La conservación por calor tiene como finalidad la destrucción de los microorganismos y la destrucción de las enzimas degradantes, facilitando la conservación de los alimentos.

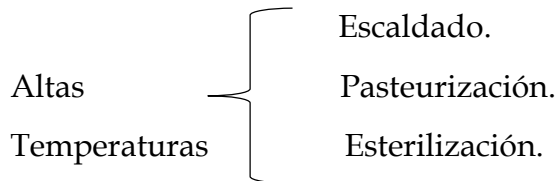
Es un método muy utilizado, prácticamente, en todo proceso de conservación (aunque no sea por calor) se le da al alimento un tratamiento de calor, ya que es el único método de destruir los agentes causantes de la destrucción de los alimentos.

Según sea la temperatura del proceso distinguimos tres tipos de tratamientos:

- **Pasteurización.** Cuando la temperatura es inferior 110° C. Se produce la destrucción de las enzimas y algunos microorganismos.
- **Esterilización.** Cuando la temperatura oscila entre 110 y 1400° C. Además de los enzimas, se destruyen todos los microorganismos y sus esporas. Tiene el inconveniente que puede desnaturalizar algunas sustancias nutritivas.
- **U.H.T. (ultra high temperatura)** Es un caso especial de esterilización, consiste en un calentamiento a 1500° C durante unos segundos. No se desnaturaliza ninguna sustancia nutritiva, pero sí los microorganismos y sus esporas (OWENN, 1982).

3.1.1.1. Métodos de conservación aplicando altas temperaturas.

Como se indica; los métodos de conservación que se aplican para la conservación térmica se clasifican en:



En la actualidad, los métodos de conservación que se emplean en la industria alimentaria, ordenados por la intensidad del tratamiento térmico que se aplica, son: la técnica de escaldar, pasteurizar líquidos y esterilizar diversos productos (AGUILAR, 2012).

Escaldado.

Es importante mencionar que el escaldado no siempre se emplea como un método de conservación, generalmente se utiliza como una operación preliminar, que se realiza antes de aplicar el proceso específico, pero debido a lo que consigue, actúa como un método de conservación, de ahí la importancia de estudiarlo.

El escaldado consiste en someter al alimento (materia prima) a alguno de los siguientes procesos, todo depende del alimento a tratar:

- Escaldado con agua caliente:** Se somete al alimento a una inmersión en agua caliente a una temperatura de 85°C a 98°C. Esta forma es muy eficiente y uniforme, ya que el proceso se puede controlar adecuadamente. Las desventajas que presenta es el gran volumen de agua requerido y el riesgo de lixiviación (extracción) de algunas vitaminas y minerales importantes para la nutrición.

- b) **Escaldado por vapor:** Se expone el alimento al vapor vivo. Con este método los productos retienen su valor nutricional. Su mayor desventaja es que resulta menos eficiente, ya que requiere mayor tiempo para la inactivación de enzimas. Además, es más complicado controlar el tiempo y temperatura, ocasionando daños al producto.

- c) **Escaldado químicos:** Se utiliza cuando los dos métodos anteriores provocan daños graves al alimento, como en el caso del higo o la fresa, ya que éstos son muy delicados. Se realiza mediante la adición de un químico, utilizando compuestos como dióxido de azufre, sulfitos que reaccionan con compuestos fenólicos, inactivando enzimas.

En el anexo 1, se indican ejemplos de métodos y condiciones de escaldado aplicados en algunos productos de origen vegetal.

En estos procesos debe existir un control preciso del tiempo y la temperatura. La selección del método utilizado estará en función de la disponibilidad de agua o de la facilidad de producción de vapor, del equipo disponible, así como del producto a tratar principalmente.

Los objetivos del escaldado dependen del tipo de alimento; en general, se pueden mencionar los siguientes:

- a) Ayuda a la inhibición de la acción enzimática (peroxidasa y catalasa que producen oscurecimiento en el alimento), evitando las reacciones químicas y de oxidación del alimento. Contribuye a un producto de mayor calidad y valor nutricional.

- b) Expulsión de gases (O₂ y CO₂) generados por el proceso natural de respiración de los alimentos, consiguiendo un mejor vacío al momento de envasar.

- c) Suavización del alimento, logrando un producto más manejable para el proceso de envasado.
- d) Facilitación de operaciones preliminares como el pelado, cortado, extracción de pulpa, etc., de acuerdo al alimento que se aplique.
- e) Fijación del color natural de ciertos productos, dando una mejor apariencia para el consumidor.
- f) Remoción de sabores y olores no deseables de la materia prima, que pudieron adquirir durante el almacenamiento.
- g) Adición de limpieza al producto.
- h) Reduce el número de microorganismos contaminantes, principalmente mohos, levaduras y algunas bacterias que se encuentren en la superficie de los alimentos.

Por lo tanto, el escaldado contribuye al efecto conservador de operaciones posteriores, como la aplicación de métodos como la congelación, el deshidratado, el enlatado o la esterilización comercial, etc. El escaldado es más utilizado en el caso de frutas y hortalizas, aunque también se utiliza de forma similar en los crustáceos y aves para la limpieza y eliminación de partes no comestibles.

Pasteurización.

El propósito de pasteurizar se concentra en eliminar al máximo los riesgos de bacterias patógenas que descomponen los alimentos y causan daño a la salud del consumidor. La pasteurización debe ser acompañada de un rápido enfriamiento para eliminar los microorganismos patógenos.

Es un tratamiento relativamente suave, ya que maneja temperaturas inferiores a los 100°C. Se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos durante varios días o meses. Se emplean temperaturas de 60°C-65°C por tiempos prolongados

(de 3 a 4hr.) o de 75°C-90°C y tiempos muy cortos (2-5 min.). El proceso de pasteurización requiere que los alimentos se mantengan a bajas temperaturas, en promedio de 4°C. “La intensidad del tratamiento térmico y la prolongación de su vida útil se determinan principalmente por el pH del alimento”.

Este método se utiliza bastante en alimentos muy perecederos como la leche, el huevo líquido, o en alimentos con pH característicamente ácido, como los jugos de frutas, la cerveza, el vino, las hortalizas encurtidas, etc.

Esterilización.

La esterilización elimina todos los microorganismos (patógenos o no) que puedan estar vivos en el alimento. Este método se relaciona con los productos que se envasarán de manera hermética en latas o frascos de vidrio; es un proceso muy drástico, en el que se somete al alimento a temperaturas entre 118°C a 120°C por tiempos muy cortos (1 min).

El proceso de esterilizar es utilizado en diversos productos, entre los cuales se encuentran la leche y el zumo (producto que resulta después de la extracción del jugo), este proceso permite que el producto tenga mayor tiempo de caducidad.

Cuando se pasteuriza un alimento, éste se somete a temperaturas menores de 100°C; y se denomina esterilización, cuando el alimento se somete a temperaturas que están por encima de los 100°C.

En muchas ocasiones, estos métodos de conservación originan una disminución de la calidad nutricional y organoléptica del alimento. Estos dos métodos de conservación por altas temperaturas. Cuando los tratamientos térmicos no son los más adecuados para la conservación de alimentos, se emplea la conservación química (AGUILAR, 2012).

3.1.2. CONSERVACIÓN POR FRÍO.

Consiste en someter a los alimentos a bajas temperaturas, distinguiéndose tres tipos de conservación:

- **Refrigeración:** Cuando la temperatura es superior a 0°C , normalmente oscila entre 2 y 8°C . Produce un crecimiento lento de los microorganismos, pudiéndose conservar desde 12 a 24 horas (carne picada) hasta varios meses (frutas).
- **Congelación:** Cuando la temperatura de congelación es inferior a 0°C (entre -12 y -240°C). Disminuyen la actividad enzimática y el crecimiento de los microorganismos (no los destruye). Permite su conservación desde 10 hasta más de 24 meses, según el tipo de alimento.

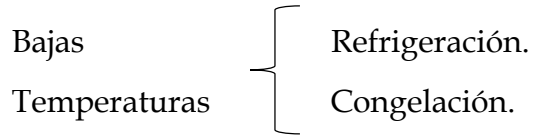
En la congelación se producen cambios importantes en la estructura del alimento, el agua que compone los alimentos forma cristales, cuanto más lenta es la congelación los cristales son más grandes, alterándose mucho más la estructura del alimento. Si la congelación es rápida se forman cristales pequeños que, cuando se produce una descongelación lenta, la reconstrucción de las células es total.

Existe una zona peligrosa durante la congelación, que comprende desde los 0 a los -30°C por lo que hay que procurar hacer pasar el alimento por esa zona lo más rápido posible. Debido a esto se intenta realizar una congelación muy rápida del alimento, y después se mantiene a la temperatura de congelación en cámaras frigoríficas iguales a las de refrigeración, pero de mayor potencia.

- **Ultracongelación:** Consiste en una congelación muy rápida hasta temperaturas que oscilan desde -35 a -150°C , con la finalidad de preservar las características originales de estos alimentos (GRADA, 1986).

3.1.2.1. Métodos de conservación aplicando bajas temperaturas.

Los métodos de conservación que se aplican para la conservación térmica por bajas temperaturas, se clasifican en:



Estos dos métodos de aplicar bajas temperaturas son muy diferentes, y están en función de lo que se pretenda conseguir al utilizar racionalmente el frío, considerando siempre la rentabilidad del proceso (AGUILAR, 2012).

Refrigeración.

La refrigeración es un método y técnica de conservación a corto plazo, permite mantener a los productos en niveles bajos de temperatura y de proliferación de bacterias, es importante recordar que la humedad genera mayores condiciones de crecimiento de hongos, así como de otros microorganismos, por ello es necesario el estricto control de la temperatura.

La conservación por refrigeración se realiza a temperaturas próximas a 0°C, “generalmente entre 2 y 5°C en frigoríficos industriales, y entre 8 y 12°C en frigoríficos domésticos”.

Estos métodos de conservación son provisionales, por ello, un requisito básico es que los alimentos tengan una temperatura constante, si existe una variación se puede propiciar el crecimiento de microorganismos; lo aceptable es una variación de entre 1°C a 2°C, de lo contrario se afecta la calidad del producto.

Como ya se indicó, este método no elimina las bacterias, solamente frena su crecimiento hasta un punto y retrasa las reacciones de descomposición, aunque al elevar la temperatura esto queda expuesto.

La refrigeración modifica poco las características sensoriales y el valor nutritivo del alimento, debido a que conserva al alimento por un tiempo relativamente corto (no más de quince días para la mayoría de alimentos), pero esta vida útil dependerá tanto de la naturaleza del alimento, como del envase que lo proteja.

La refrigeración a nivel comercial se utiliza mayormente para conservar alimentos perecederos como carne, frutas y hortalizas.

Congelación.

A través del tiempo, las empresas han implementado innovaciones para mantener congelados los alimentos. De tal forma, que se pueden congelar por grandes periodos de tiempo, productos como las frutas, una gran variedad de verduras, diversas carnes, pescados y alimentos denominados precocinados.

La congelación es una conservación a largo plazo, que se realiza mediante la conversión de agua en cristales de hielo y su almacenamiento a temperaturas de -18°C o menos (-20°C a -22°C), para limitar que los microorganismos se desarrollen y afecten a los alimentos.

“La congelación actúa a dos niveles:

- a) Disminuyendo la temperatura del alimento.
- b) Disminuyendo la A_w (congelando el agua disponible del alimento)”.

De este modo, se prolonga la vida útil del alimento, por ello, la congelación se considera como una de las mejores técnicas de conservación, es importante señalar que si el alimento fresco está en buen estado, el producto congelado será de mejor calidad.

El método de congelación impide la proliferación de bacterias y diversos microorganismos; aunque, como se indicó, no elimina el riesgo de contener bacterias, ya que algunas persisten aún congeladas, y al elevar la temperatura por

motivos naturales, es decir, simplemente dejar que se descongele el producto, se multiplican con mayor velocidad, incluso antes de que el producto sea congelado.

En cierta forma, la calidad del alimento congelado depende del tamaño de los cristales de hielo que se generan durante el proceso de congelación, entre más pequeños sean, menos alterarán la estructura del alimento al descongelarlo.

Una gran variedad de productos se pueden conservar en un congelador común de cualquier hogar por un periodo de tres hasta doce meses. Aunque es importante mencionar que los alimentos pueden tener ciertas alteraciones químicas como la oxidación de vitaminas y de las grasas contenidas en ellos (AGUILAR, 2012).

3.1.3. CONSERVACIÓN POR DESHIDRATACIÓN.

Dentro de este método tenemos:

- **Secado:** Constituye un procedimiento de conservación muy antiguo, consiste en una deshidratación parcial de los alimentos por exposición a una fuente de calor suave y corrientes de aire seco.
- **Concentración:** Consiste en la eliminación parcial del agua en alimentos líquidos, como la leche o los zumos de fruta; se obtiene un producto líquido y pastoso, que necesita ser hidratado parcialmente antes de consumirse: Su conservación no es buena en ambientes húmedos.
- **Liofilización:** Es la eliminación total del agua que contienen los alimentos; consiste en una congelación rápida de los alimentos, seguida de una sublimación del hielo formado. La eliminación del agua libre de los alimentos impide el desarrollo microbiano y permite su conservación a temperatura ambiental mediante periodos prolongados de tiempo, sin ningún otro cuidado especial, excepto mantenerlos protegidos de la humedad (CASAURRAN & LAFORGUE, 1976).

3.1.4. CONSERVACIÓN MEDIANTE ADITIVOS.

La adición de sustancias diversas a los alimentos para favorecer su conservación también ha sido una técnica empleada desde muy antiguo. La exposición al humo (ahumado) o su introducción en sal (salazones) permitió a las civilizaciones primitivas conservar los alimentos obtenidos mediante la caza y la pesca para subsistir durante largos inviernos o viajes prolongados.

Los aditivos pueden definirse como sustancias sin valor nutritivo que se añaden a los alimentos para reforzar su aroma, mejorar su color, prolongar su vida o proteger su valor nutritivo.

Actualmente se utilizan unos 3.000 aditivos que realizan unas 50 funciones distintas en los alimentos y se clasifican en:

- a) **Sustancias que modifican los caracteres organolépticos.** Son aquellas que eliminan, proporcionan o avivan el color, olor y sabor de los alimentos. Entre ellas encontramos:
 - **Colorantes:** Para reforzar el color. Pueden ser naturales o artificiales; se suelen utilizar éstos últimos por su menor coste, mayor poder y mejor estabilidad.
 - **Agentes aromáticos:** Se añaden para proporcionar sabor y olor. Pueden ser naturales (extracto de vainilla, concentrados de zumos) o artificiales (citrol, mentol, eucaliptol,etc.).
 - **Reforzadores de sabor:** No tienen sabor propio, pero refuerzan el del alimento al que se añaden; el principal es el glutamato sódico.

b) Estabilizadores de los caracteres físicos: Su función es proporcionar a los alimentos el aspecto y la consistencia adecuados, o evitar modificaciones de sus caracteres físicos. Son los estabilizantes, espesantes y gelificantes.

c) Sustancias que impiden las alteraciones químicas y biológicas:

- **Antioxidantes:** Evitan el enranciamiento natural provocado por el aire y la oxidación catalítica.
- **Conservantes:** Son sustancias capaces de inhibir, retardar o detener procesos de fermentación, enmohecimiento, putrefacción y otras alteraciones biológicas. Los más conocidos son el vinagre, los ácidos málico, cítrico, tartárico y láctico, el alcohol etílico, el azúcar y la sal.

d) Correctores de cualidades plásticas: Se añaden para modificar cualidades plásticas, extraer, purificar o desnaturalizar los productos alimenticios. Son los disolventes naturales, clarificadores.

Pueden permanecer en el producto final o haber sido retirados de éste.

La legislación española obliga a especificar, en la etiqueta del envase, si el alimento contiene aditivos y, en el caso de conservantes, la proporción en que han sido añadidos.

La elección de los aditivos a utilizar está restringida a una gama de sustancias permitidas, recogidas en las llamadas "listas positivas", elaboradas tras la realización de pruebas toxicológicas; no obstante algunos países prohíben la utilización de algunos aditivos, aunque estén incluidos en las listas.

En los países de la Unión Europea, los aditivos utilizados vienen identificados por un código constituido por la letra E seguida de tres cifras (el ácido cítrico es E-330) (OWENN, 1982).

3.1.5. CONSERVACIÓN POR IRRADIACIÓN.

Consiste en la exposición de algunos alimentos de artículos ionizantes, favoreciendo su conservación al detener la actividad microbiana y la acción enzimática.

Por ejemplo la irradiación de patatas y otros tubérculos evitan la germinación de los tallos, que se suele producir durante su almacenamiento, y facilitan la conservación de sus propiedades originarias.

Aunque las dosis de radiación utilizadas son débiles, y por lo tanto no presentan peligro alguno para el consumidor, en las etiquetas identificativas de los alimentos irradiados debe figurar este tipo de tratamiento.

3.1.6. CONSERVACIÓN MEDIANTE PRODUCCIÓN DE VACÍO.

La producción de vacío consiste en eliminar el aire del interior de envase momentos antes del cierre del mismo, por lo que queda un espacio en el envase exento de aire.

Esta operación se realiza por sí sola como método de conservación, pero generalmente se realiza como complemento de los otros métodos de conservación.

No es imprescindible que se haga el vacío, porque el aire no es el principal causante de alteraciones, pero sí es portador de agentes malignos. El oxígeno puede incrementar la corrosión que se lleva a cabo en un alimento cocido o semicocido sobre un envase metálico.

Las técnicas para producir el vacío son:

- **Precalentamiento.** Consiste en calentar el envase abierto, produciéndose vapor de agua en la superficie del alimento, al cerrar en envase y enfriarse, el vapor se condensa produciendo el vacío.
- **Producción mecánica de vacío.** Se realiza en una máquina muy compleja que produce el vacío y cerrado al mismo tiempo, se suele combinar con el llenado del envase, haciendo el vacío en el envase, se llena, y se cierra en condiciones herméticas.
- **Mediante chorro de vapor.** Aplicando un chorro de vapor sobre el espacio de cabeza justo en el momento que se está cerrando el envase (CASAURRAN & LAFORGUE, 1976).

3.2. CONSERVACIÓN DE FRUTAS.

Todos los alimentos tienen la característica de ser perecederos, por lo tanto necesitan condiciones específicas de tratamiento, conservación y manipulación para así lograr aumentar la vida del alimento. La principal causa de este deterioro es el ataque por diferentes tipos de microorganismos, cambios físico-químicos durante la manipulación, el procesamiento y el almacenamiento de los alimentos y por consiguiente existe una disminución en su calidad, ya que se ve afectado el color, olor y valor nutrimental.

Los métodos de conservación utilizados se dividen en físicos y químicos. Los métodos físicos incluyen los tratamientos térmicos, la deshidratación y la congelación. Los métodos químicos consisten en el uso de sustancias como el azúcar, sal, vinagre y conservadores.

En general, con los métodos de conservación de alimentos se pretende alargar la vida de anaquel del producto, permitiendo mantener sus propiedades organolépticas y nutritivas (HOLDSWORTH, 1998)

3.2.1. IMPORTANCIA DE LA FRUTA.

Una fuente importante de nutrientes para los seres humanos y los animales la ha constituido desde siempre los alimentos de origen vegetal. Estos alimentos aportan los carbohidratos necesarios en la dieta, tales como azúcares, almidones y fibra.

Igualmente las frutas aportan agua, enzimas, minerales, vitaminas y otros compuestos que son importantes en el mantenimiento de una buena salud.

Es así que hoy la medicina y la nutrición recomiendan incluir en la dieta porciones apreciables de frutas y hortalizas con el fin de equilibrar el consumo de alimentos de origen animal (ARTÉS, 2008).

La perecibilidad de las frutas en parte se debe a su contenido de agua y sólidos solubles representados en azúcares que oscilan entre 6 y 25% (expresado en sacarosa). Un manejo inadecuado o un grado avanzado de madurez en las frutas favorecen la contaminación microbiológica, pero no patógena para el consumidor promedio. Esto se debe a la dificultad del desarrollo de flora peligrosa en un medio de pH muy ácido es decir menor de 4.0, si se compara con el resto de alimentos.

La disminución de estas pérdidas puede lograrse con un mejor manejo postcosecha y destinando parte de la producción a la conservación en fresco o transformación de las frutas mediante técnicas apropiadas (www.virtual.unal.edu).

3.2.2. DETERIORO DE LAS FRUTAS.

El deterioro de la frutas comienza en el cultivo, en la misma planta donde se desarrolla. Son innumerables y variadas las plagas que las invaden, aparte de los depredadores como pájaros, insectos y otras especies que compiten con el hombre por el consumo de estos productos.

Una vez cosechadas las frutas sanas, pintonas o maduras, como todo ser vivo, están sometidas a procesos naturales de deterioro y descomposición progresivos. .

Este deterioro se ve acelerado por el inadecuado manejo que puede realizarse durante las operaciones de postcosecha. Este tipo de manejo favorece reacciones fisiológicas de deterioro, y en la mayoría de los casos facilitan la contaminación microbiana.

Se puede afirmar que los microorganismos (MOs) son la principal causa de deterioro grave y rápido que pueden dañar las frutas en cualquier momento de su vida. Los microorganismo producen daños irreversibles en las frutas, los cuales se detectan fácilmente por el cambio producido en una o más de sus características sensoriales, es decir su apariencia, aroma, color, sabor y textura.

El tipo de microorganismo invasor y la velocidad de desarrollo en las frutas o sus derivados, están determinados por varias condiciones relacionadas con las condiciones ambientales y las características de estos productos que le servirán de alimento.

Los microorganismos se desarrollan en medios que les son más favorables y les están disponibles. Las principales condiciones internas del alimento que influyen en el desarrollo microbiano son: el contenido de humedad o mejor aún su disponibilidad del agua, a_w , la acidez y pH, la capacidad tamponizante (buffer), el

potencial oxirreducción (Eh), la composición nutricional, el grado de madurez, la presencia de constituyentes antimicrobianos y su estructura.

En todos los casos el grado del daño por microorganismos a la fruta está en proporción exponencial al tiempo en que permanezcan sometidas a las anteriores condiciones que favorecen la contaminación y deterioro ([http // www.virtual.unal.edu.co](http://www.virtual.unal.edu.co)).

3.3. CONSERVACION POR METODOS COMBINADOS.

3.3.1. FRUTAS MÍNIMAMENTE PROCESADOS.

Por definición se trata de productos modificados físicamente para obtener alimentos listos para el consumo pero permaneciendo en su estado in natura, es decir que los tratamientos son poco intensos por lo cual no se alteran sus características intrínsecas.

Entre estos productos se incluyen las frutas y hortalizas peladas, troceadas, lavadas y rebanadas mantenidas en refrigeración (ARTES, 2008).

El importante valor nutricional y económico de las frutas y de las hortalizas frescas es bien conocido. Las frutas y las hortalizas son los mejores transportadores de vitaminas, minerales esenciales, fibra dietaria, antioxidantes fenólicos, glucosinolatos y otras sustancias bioactivas. Además proveen de carbohidratos, proteínas y calorías. Estos efectos nutricionales y promotores de la salud mejoran el bienestar humano y reducen el riesgo de varias enfermedades, sugiriéndose una ingesta de cinco porciones por día (ALZAMORA, 2004).

El incremento en las investigaciones sobre la importancia de consumir vegetales no solo se debe a su composición nutricional, sino también por unas sustancias encargadas de realizar funciones sobre la salud humana, llamadas antioxidantes

(vitaminas C, y E, carotenoides y polifenoles en especial los flavonoides y los antocianos) las cuales han tenido una especial atención, gracias a sus funciones como las de reducir el contenido de compuestos tóxicos en alimentos y la de proporcionar al cuerpo humano antioxidantes exógenos, permitiendo jugar estos un papel importante en la prevención de ciertas enfermedades tales como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, obesidad, etc (YAHIA & ARIZA, 2002).

Dentro de los compuestos antioxidantes más importantes presentes en los vegetales se encuentra el grupo conformado por los carotenoides y los fenoles, especialmente los flavonoides y los antocianos, los cuales muestran una gran capacidad para captar radicales libres causantes del estrés oxidativo, atribuyéndoseles a su vez un efecto beneficioso en la prevención de enfermedades tales como: cardiovasculares, circulatorias, cancerígenas y neurológicas. Dentro de los radicales libres se encuentran las especies reactivas de oxígeno (ROS) que debido a su inestabilidad se comportan como agentes oxidantes. La ingesta de alimentos ricos en sustancias antioxidantes como vitaminas C y E, carotenoides o compuestos fenólicos, previene o disminuye el desarrollo de estas enfermedades. La vitamina C ha sido reconocida como el antioxidante por excelencia y como un nutriente importante en varios productos alimentarios.

La acción de la vitamina C es suministrada por el ácido L-ascórbico (AA) y su forma oxidada, el ácido deshidroascórbico (DHAA). Se cree que la dieta aumenta la defensa antioxidante del organismo evitando el daño oxidativo. Los compuestos fenólicos son sustancias orgánicas ampliamente distribuidas en el reino vegetal. Se sintetizan como metabolitos secundarios con funciones de defensa, y son en gran medida responsables de las propiedades del color, la astringencia y el flavor de los vegetales. Se encuentran en las verduras y frutas. Su estructura química es propicia para secuestrar radicales libres.

3.3.2. MÉTODOS COMBINADOS

La tecnología de métodos combinados pretende conservar la calidad y seguridad de alimentos almacenados por largos periodos de tiempo, ya que dichos sistemas son susceptibles de presentar deterioro microbiano y/o fisicoquímico en algunas de las etapas previas a su consumo. A diferencia de otros métodos de conservación, esta técnica combina factores ambientales de estrés para actuar sinérgicamente sobre el sistema de interés, previniendo el desarrollo microbiano.

Entre las principales barreras utilizadas en la tecnología de métodos combinados se encuentran; la aplicación de un tratamiento térmico como el escaldado para el caso de las frutas y verduras; reducción de la actividad de agua por medio de agentes depresores de la misma, como el azúcar incorporado a las conservas en almíbar, acidificación del sistema por medio de ácidos orgánicos; así como la adición de sustancia antioxidantes y/o antimicrobiana.

Actividad de agua (a_w): la conservación de alimentos basada en la reducción de actividad de agua disminuye el contenido de agua disponible en el sistema mediante la adición de agentes depresores con el objetivo de evitar el desarrollo tanto microbiano como la reacción deteriorativos.

Esta propiedad es solamente determinada por la naturaleza y concentración de las especie químicas disueltas presente en el alimento, como lo son los azucares, ácidos orgánicos, sales inorgánicas y otras sustancias solubles.

Los constituyentes insolubles no contribuyen de forma importante en el decremento de la actividad de agua a que la concentración de solutos (iónicos y no iónicos) naturalmente presente en la fase acuosa de los alimentos frescos es relativamente pequeña (CHIRIFLE & FERRO, 1982).

pH: Su control en los alimentos puede inhibir el crecimiento microbiano. En general las bacterias requieren para su crecimiento valores de pH entre 4.0 y 8.0, mientras que las levaduras y mohos pueden desarrollarse a pH inferiores. Para evitarlo, se adicionan a los sistemas alimentarios ácidos orgánicos, con el objetivo de acidificar el citoplasma y provocar un medio poco favorable para el desarrollo microbiano.

Tratamiento térmico: Es útil durante la preparación de productos frutícolas para lograr la inactivación de enzimas como la polifenoloxidasa, capaz de desarrollar reacciones deteriorativas en los alimentos; entre ellos, oscurecimiento y alteración del sabor. Generalmente el tipo de tratamiento aplicado a frutas, es un escaldado por algunos segundos con vapor o agua hirviendo, seguido de una inmersión en agua con hielo por algunos segundos.

3.3.3. TECNOLOGÍA DE BARRERAS U OBSTÁCULOS.

Las técnicas de conservación se aplican para controlar el deterioro de la calidad de los alimentos. Este deterioro puede ser causado por microorganismos y/o por una variedad de reacciones físico-químicas que ocurren después de la cosecha.

Sin embargo, la prioridad de cualquier proceso de conservación es minimizar la probabilidad de ocurrencia y de crecimiento de microorganismos deteriorativos y patógenos. Desde el punto de vista microbiológico, la conservación de alimentos consiste en exponer a los microorganismos a un medio hostil (por ejemplo a uno o más factores adversos) para prevenir o retardar su crecimiento, disminuir su supervivencia o causar su muerte.

Ejemplos de tales factores son la acidez (por ejemplo bajo pH), la limitación del agua disponible para el crecimiento (por ejemplo reducción de la actividad de agua), la presencia de conservadores, las temperaturas altas o bajas, la limitación

de nutrientes, la radiación ultravioleta y las radiaciones ionizantes. Desafortunadamente, los microorganismos han desarrollado distintos mecanismos para resistir los efectos de estos factores ambientales de estrés. Estos mecanismos, denominados «mecanismos homeostáticos», actúan para mantener relativamente sin cambio los parámetros y las actividades fisiológicas claves de los microorganismos, aun cuando el medio que rodea a la célula se haya modificado y sea diferente (LEISTNER & GOULD, 2002).

Las tecnologías de «obstáculos» (también llamadas métodos combinados, procesos combinados, conservación por combinación, técnicas combinadas o conservación multiblanco) Desafortunadamente, los microorganismos han desarrollado distintos mecanismo para resistir los efectos de estos factores ambientales de estrés. La combinación deliberada e inteligente de los tratamientos para asegurar la estabilidad, inocuidad y calidad de los alimentos es un método muy efectivo para vencer las respuestas homeostáticas microbianas y al mismo tiempo retener las características nutricionales y sensoriales deseadas.

Por ejemplo, si se combina una ligera reducción del pH con una reducción de la a_w organolépticamente aceptable, la expulsión energético dependiente de protones es más difícil, ya que la célula requiere energía adicional para resistir la reducción de la a_w . Así, una ligera reducción de la a_w de un alimento causa una reducción en el rango de pH que permite el crecimiento de los microorganismos. Si además se usan ácidos orgánicos débiles como conservadores, los efectos del pH y de la a_w se amplifican (LEITSNER & GOULD, 2002).

En el anexo 2 se presenta las siguientes tablas donde se pueden apreciar algunas de las aplicaciones de la tecnología de barreras utilizadas en los últimos años para la conservación de frutas y hortalizas mínimamente procesadas.

3.3.4. FUNDAMENTOS DE LOS METODOS COMBINADOS.

La mayoría de las técnicas de conservación de alimentos están basadas en el retraso o prevención del crecimiento microbiano, utilizando factores que más influyen en el crecimiento y supervivencia de los microorganismos, tales como temperatura, actividad de agua (a_w), potencial de oxidación - reducción, pH, sustratos disponibles, presencia o ausencia de oxígeno, concentración de los solutos mayoritarios presentes y conservantes (LEISTNER, 2000).

La utilización de una combinación de factores de inhibición puede presentar ventajas principalmente porque permite el uso menos extremo de un único tratamiento. Para ilustrar que en la mayoría de alimentos tradicionales y nuevos, una combinación de diversos factores de conservación (barreras) que no podrían ser superados por el recuento de microorganismo presentes para la estabilidad microbiana y de seguridad de alimento. El concepto barrera ilustra que las interacciones complejas de temperatura, a_w , pH, y otros son significativas en la estabilidad microbiana de los alimentos (GOULD, 1995).

La aplicación de los sinónimamente denominados métodos combinados, tecnología de barrera, o métodos combinados en español, tecnologia degli ostacoli en italiano, Hurden - Technologie en alemán, technologie des barrieres en francés y hurdle technologie en inglés potencialmente mejora la calidad del producto e identifica posibilidades de productos alimentarios innovativos (LEISTNER, 2000).

El tratamiento térmico es el método más utilizado en la estabilización de alimentos debido a su capacidad para destruir microorganismo e inactivar enzimas. Sin embargo, debido a que el calor puede alterar algunas de las propiedades organolépticas de los alimentos y disminuir la biodisponibilidad de algunos nutrientes, existe un interés en buscar métodos capaces de reducir la intensidad de los tratamientos térmicos necesarios para la conservación de alimentos (BARBOSA, 1999).

Los métodos combinados utilizan la combinación inteligente de técnicas de conservaciones nuevas y tradicionales para asegurar que los microorganismos en el producto alimentario no sean capaces de crecer. (LEITSNER, 2000).

Los consumidores de frutas han puesto un énfasis creciente no sólo en la conveniencia sino en la calidad y características de que aparezcan frescas.

Estos patrones de consumo han conducido al desarrollo de técnicas de conservación de alimentos que producen frutas procesadas mínimamente con mejora de la calidad y aumento de la vida comercial.

La tecnología de métodos combinados, como técnica de conservación, tiene como principal objetivo la estabilidad microbiana, pero hasta el alimento que es microbiológicamente seguro se puede deteriorar. La base de la mayoría de las técnicas de conservación es la inhibición del crecimiento de microorganismo patógenos y de deterioro de alimentos, pero la conservación de otros atributos del alimento es un asunto adicional, además del deterioro de alimentos, pero la conservación de otros atributos del alimento es un asunto adicional, además del deterioro microbiano, pueden darse cambios fisicoquímicos durante el proceso y almacenamiento de frutas conservadas con métodos combinados.

Algunas etapas o barreras aplicadas durante el proceso de estabilización de frutas con métodos combinados afectan sus características fisicoquímicas y sensoriales. Sin embargo, algunas de las barreras ayudan a mantener el color, textura y características sensoriales del alimento durante su almacenamiento. Para la conservación de frutas se aplican dos barreras para extender su vida comercial, el escaldado y la adición de sulfito. El tratamiento térmico ligero aplicado como etapa de escaldado inactiva las enzimas y previene las reacciones de deterioro y los agentes sulfitantes (añadidos en algunos casos) inhiben o retardan las reacciones de pardeamiento enzimático y no enzimático (WILEY, 1997).

La combinación de barrera o técnicas, insuficientes por separado para proteger el Alimento, que en conjunto pueden llegar a impedir o retrasar la actuación de los factores de alteración, modificación en menor medida la calidad sensorial y nutritiva de alimento que los métodos tradicionales de conservación.

Aunque hay muchas posibilidades distintas de combinación de los distintos obstáculos, en la práctica los procesos combinados se pueden clasificar en dos grupos.

- Los que se basan en la acción específica sobre el microorganismo o enzima en cuestión de distintos métodos de conservación que actúan simultáneamente o sucesivamente.
- Aquellos cuya acción se basa en la potenciación del efecto de otros métodos obteniéndose así u efecto sinérgico (LEITSNER & GOULD, 2002)

3.3.4.1. **Aplicación de métodos combinados.**

Las tecnologías combinadas se están usando cada día más en el diseño de alimentos, tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo, con varios objetivos de acuerdo a las necesidades

- En las distintas etapas de la cadena de distribución, durante el almacenamiento, procesamiento y/o envasado, como una medida de «back-up» en los productos mínimamente procesados de corta vida útil para disminuir el riesgo de patógenos y/o aumentar la vida útil (el uso de agentes antimicrobianos y la reducción de a_w y pH en adición a la refrigeración).
- Como una herramienta para mejorar la calidad de productos de larga vida útil sin disminuir su estabilidad microbiológica (por ejemplo el uso

de coadyuvantes al calor para reducir la severidad de los tratamientos térmicos en los procesos de esterilización).

- Como nuevas técnicas de conservación para obtener alimentos noveles (por ejemplo realizando combinaciones innovativas de los factores de conservación) (ALZAMORA, 2007).

En los países industrializados, con disponibilidad de energía e infraestructura y con amplio uso de la refrigeración, el concepto de obstáculo se ha aplicado principalmente a desarrollar una gran variedad de alimentos con procesamiento térmico leve y distribuido en forma refrigerada o congelada. Entre las aplicaciones típicas pueden citarse:

Descontaminación de materias primas (carnes, frutas, hortalizas); carnes fermentadas (jamones crudos, embutidos crudos fermentados) y carnes autoestable con tratamiento térmico suave (carnes «listas para consumir»); frutas y hortalizas frescos cortados; alimentos empacados al vacío y cocidos-refrigerados; alimentos «saludables» (de bajo contenido de grasas y sales y alimentos funcionales); alimentos procesados por técnicas emergentes (ej. altas presiones hidrostáticas, pulsos eléctricos de alto voltaje, radiación ultravioleta, etc.), y como tecnología invisible incorporando barreras adicionales que actúen como reaseguro en caso de abuso de temperatura en muchos alimentos refrigerados (LEITSNER & GOULD, 2002).

Por el contrario, en muchos países en desarrollo, la refrigeración es cara y no está siempre disponible. De la misma forma, los procesos de enlatado y los procesos asépticos requieren una inversión importante y la demanda energética es muy alta. Por lo tanto, el énfasis del enfoque combinado se ha puesto en el desarrollo de alimentos estables a temperatura ambiente, con requerimientos energéticos de equipamiento y de infraestructura mínimos, tanto para el procesamiento como para la distribución y el almacenamiento.

Las aplicaciones más comunes comprenden alimentos con a_w reducida (por ejemplo por deshidratación parcial o por agregado de sales o azúcares), usualmente combinadas con acidificación y agregado de antimicrobianos; alimentos fermentados; alimentos con pH reducido y antimicrobianos naturales (tales como hierbas y especias y sus extractos) o sintéticos; y alimentos envasados con exclusión del oxígeno (por ejemplo alimentos envasados al vacío o alimentos cubiertos con una capa de aceite).

La mayoría de los alimentos tradicionales que permanecen estables, inocuos y organolépticamente aceptables durante almacenamientos prolongados sin refrigeración en los países en desarrollo de África, Asia y América Latina son alimentos de humedad intermedia, en los que la disminución de la a_w es uno de los principales obstáculos (LEISTNER & GOULD, 2002).

Muchos de los procesos de elaboración de los alimentos de humedad intermedia se desarrollaron empíricamente. Sin embargo, actualmente se conoce mejor el modo de acción de los factores de conservación y en consecuencia los mismos pueden ser seleccionados racionalmente para diseñar u optimizar los sistemas de conservación.

Existen dos categorías de alimentos con a_w reducida cuya estabilidad se basa en una conservación de factores: los alimentos de humedad intermedia (AHI) y los alimentos de alta humedad.

Los AHI tienen generalmente una a_w comprendida en el rango 0,60-0,90 y 10-50 por ciento de humedad. Los factores adicionales proveen el margen de seguridad contra el deterioro por microorganismos resistentes a la reducción de a_w (principalmente hongos y levaduras, que pueden crecer a a_w tan bajo como 0,60), y también contra algunas especies bacterianas capaces de crecer cuando la a_w del AHI está cercana al límite superior (a_w 0,90).

Con estos objetivos, la reducción de a_w se combina frecuentemente con conservadores químicos (por ejemplo nitrito, sorbato, sulfito, benzoato, antimicrobianos de origen natural, componentes del humo) y una reducción del pH (que usualmente inhibe o disminuye el crecimiento bacteriano, potencia la acción de los antimicrobianos y aumenta los valores mínimos de a_w que permiten el crecimiento bacteriano), y algunas veces con microorganismos competitivos.

Otros AHI reciben durante el proceso de elaboración un tratamiento térmico que inactiva los microorganismos sensibles al calor, mientras que el proceso de llenado en caliente en recipientes cerrados asegura aún más la estabilidad microbiológica.

La mayoría de los AHI se han diseñado para ser almacenados a temperatura ambiente durante varios meses, aún en climas tropicales, y para ser consumidos «como tales» sin rehidratación. Tienen la suficiente humedad para ser categorizados como “listos para consumir” sin provocar una sensación de sequedad, pero son lo bastante secos como para ser estables a temperatura ambiente (KAREL, 1973; JAYARAMAN, 1995).

Muchos AHI, debido a la incorporación de grandes cantidades de solutos, tales como azúcar o sal, para reducir la a_w hasta el nivel deseado, son muy dulces o muy salados, siendo no deseables desde el punto de vista nutricional y sensorial.

Por otro lado, los AAHH tienen un valor de a_w bien encima de 0,90. En esta categoría, la reducción de a_w es un obstáculo con menor significancia relativa ya que la mayor parte de los microorganismos son capaces de proliferar.

La estabilidad a temperatura ambiente se alcanza mediante la aplicación de la tecnología de obstáculos diseñada cuidadosa e intencionalmente. Entre los productos que representan la aplicación racional del enfoque combinado y que pueden ser almacenados a temperatura ambiente pueden citarse: las frutas de alta

humedad similares a las frescas y los productos cárnicos cocidos, conservados por la interacción de a_w - tratamiento térmico suave - pH -antimicrobianos (LEITSNER, 2000).

3.3.4.2. Criterios para seleccionar los factores de conservación a combinar en el desarrollo de los productos frutícolas.

Para seleccionar las combinaciones de los factores (y sus niveles) que aseguren la estabilidad de las frutas, deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- Los tipos de microorganismos que pueden estar presentes y pueden crecer.
- Las reacciones bioquímicas y fisicoquímicas que pueden deteriorar la calidad del producto.
- La infraestructura disponible para la elaboración y el almacenamiento.
- Las propiedades sensoriales, la vida útil y el tipo de envasado deseado.

3.3.4.3. Microorganismos asociados a frutas.

Las frutas exhiben un record excepcionalmente bueno desde el punto de vista de la salud pública, atribuido principalmente a los mecanismos de defensa naturales que muchas de ellas poseen.

Entre éstos pueden mencionarse una piel gruesa, sustancias antimicrobianas naturales (por ejemplo aceites esenciales, antocianinas, ácido benzoico, benzaldehído) y/o ácidos orgánicos (tales como málico, tartárico y cítrico) que contribuyen a la acidez de las frutas y hortalizas y que generalmente mantienen el pH de la fruta a valores menores a 4,6.

La mayor parte de las frutas son productos de alta acidez, si bien ciertas frutas tienen un pH mayor, por ejemplo: banana, melón, mamey, higo y papaya. El bajo pH y la naturaleza del ácido orgánico por se seleccionan el crecimiento de los microorganismos tolerantes a ácido, tales como hongos y levaduras (predominantemente hongos) y bacterias lácticas. Las levaduras, si bien están presentes en gran número junto con los hongos sobre las superficies de las frutas frescas, no poseen los mecanismos necesarios para invadir los tejidos de las plantas, siendo por lo tanto agentes secundarios de deterioro (ALZAMORA, 1995).

Varios hongos producen micotoxinas en las frutas antes y después de la cosecha (por ejemplo patulina). Las bacterias patógenas no pueden proliferar en las frutas debido a su bajo pH pero pueden sobrevivir durante un tiempo suficiente para causar enfermedad. Algunas enfermedades ocasionales causadas por patógenos o toxinas bacterianas en frutas (salmonellosis, hepatitis A, botulismo infantil, listeriosis) han sido atribuidas en su mayor parte a la contaminación producida por la exposición a desechos animales o humanos o a agua de irrigación contaminada.

La procedencia de la fruta y las condiciones de producto, los patógenos que pueden causar enfermedad durante el crecimiento y también el deterioro postcosecha y la incidencia de patógenos humanos y animales. Como las superficies expuestas de la fruta se contaminan a través del suelo, agua, aire, animales, insectos, excrementos, etc., y luego a través del contacto con el equipo de procesamiento, deben también considerarse los microorganismos de dichas fuentes y aquéllos que puedan transportar otros ingredientes del producto final.

Entre los deterioros después de la cosecha pueden citarse: crecimiento superficial de hongos, ennegrecimiento de los tejidos (antracnosis), podredumbre marrón, azul, rosada y gris causada por hongos, podredumbre del tallo, podredumbre por levaduras y otras. La ocurrencia de podredumbre se asocia a la producción microbiana de enzimas que degradan las paredes celulares.

A medida que la fruta madura, la susceptibilidad a los microorganismos de deterioro aumenta, por una parte debido a que la producción de componentes antifúngicos de la fruta disminuye, y por otra parte debido a la degradación de las paredes celulares. El deterioro también se favorece en condiciones de alta temperatura y alta humedad después de la cosecha. (MEJÍA, 2005).

3.3.4.4. Reacciones físico-químicas de deterioro.

Además de la alteración microbiológica, los cambios físico-químicos durante el procesamiento y almacenamiento de las frutas pueden causar un deterioro en su calidad, afectando el color, la textura, el sabor, el olor y el valor nutritivo.

Las frutas contienen sustancias naturales que son responsables de su color característico. Estos componentes pueden ser agrupados como carotenos y carotenoides, antocianinas, clorofila, y compuestos fenólicos.

Operaciones tales como el pelado y la reducción de tamaño permiten que las enzimas (clorofilasa, peroxidasa, polifenoloxidasa) y los sustratos entren en contacto, principalmente en la superficie de los productos, originando reacciones enzimáticas relacionadas al deterioro de color.

Los cambios de color más importantes son consecuencia del desarrollo enzimático y/o no enzimático de sustancias pigmentadas marrones.

Los tejidos de frutas dañados expuestos al aire sufren un oscurecimiento rápido debido a la acción de las enzimas peroxidasa y polifenoloxidasa, las que catalizan la oxidación de compuestos fenólicos incoloros a o quinonas que causan pigmentos marrones u oscuros por polimerización o reaccionan con las antocianinas.

El pardeamiento no enzimático es producto de reacciones complejas que ocurren durante el almacenamiento y el procesamiento de frutas (condensación de Maillard, caramelización de azúcares, reacción oxidativa de ácido ascórbico).

El color puede también ser afectado por la conversión de clorofilas a feofitinas por acidificación, y/o por la modificación de las antocianinas por oxidación (catalizada por la lipoxigenasa) y la acidificación del medio. Además las clorofilas, las antocianinas y los carotenoides pueden perderse por difusión al medio, resultando en una disminución de la intensidad de color.

Las propiedades mecánicas de las frutas cambian ampliamente, no sólo durante la maduración y almacenamiento sino también durante el procesamiento, a causa de las alteraciones de sus componentes estructurales (por ejemplo, la pared celular, la laminilla media, los plasmodesmos y las membranas) (ALZAMORA, 2004).

3.3.4.5. Infraestructura de elaboración y almacenamiento disponible con los métodos combinados.

En particular, las técnicas combinadas que se van a describir se diseñaron teniendo en cuenta que debían llevarse a cabo en una forma simple y económica, sin (o con muy pocos) requerimientos de equipamiento y debían ser satisfactorias para conservar las frutas en lugares próximos a las zonas de cosecha.

Además, considerando que no existían facilidades disponibles para el almacenamiento y el transporte refrigerado, la estabilidad de las frutas durante estos pasos debía asegurarse sin refrigeración.

3.3.4.6. Propiedades sensoriales, vida útil y requisitos de envasado de los productos.

Las FAH debían satisfacer, al menos parcialmente, las demandas del consumidor por alimentos de alta calidad, similares a los frescos, con tratamientos no extremos (por ejemplo, sólo un tratamiento térmico suave) y/o con pocos aditivos, pero al mismo tiempo, con una vida útil conveniente (igual o mayor a dos meses). Las mismas debían ser adecuadas para el consumo doméstico directo o para ser posteriormente procesadas para obtener dulces y mermeladas, o como ingredientes en productos de repostería, productos lácteos y en otros platos.

Las FHI debe tener una vida útil mayor que la de las FAH y por lo tanto, con menor aw, pero con menos humectantes y consecuentemente mayor palatabilidad que los AHI tradicionales.

Para ambos tipos de productos, los materiales y los tipos de envase debían ser simples, baratos y estar fácilmente disponibles.

Teniendo en cuenta este enfoque, los obstáculos que se seleccionaron para formular el método combinado de conservación fueron: un tratamiento térmico suave (escaldado), una leve reducción de la aw, el control del pH a un valor bajo y el agregado de agentes antimicrobianos y antipardeamiento (y en algunas frutas aditivos para mejorar la textura, tal como lactato de calcio) (ALZAMORA, 1995, ARGAIZ, 1995; TAPIA, 1995, 1996; GUERRERO, 1994).

Se explica a continuación el rol de cada obstáculo en las tecnologías combinadas. El escaldado en vapor saturado destruye enzimas, inactiva algunos microorganismos y sensibiliza los microorganismos restantes a los otros factores de conservación.

El factor a_w se controló en el rango 0,93-0,98 para las FAH, acompañando el interés emergente por las características de frescura y por alimentos de bajo contenido de azúcar. Para las FHI, la reducción de la a_w en el paso de deshidratación osmótica fue leve ($a_w = 0,97$) para evitar un producto final demasiado dulce.

El valor de pH se mantuvo igual o cercano al valor de pH de la fruta fresca (pH 3,0-4,1). En aquellas frutas con un pH mayor, el mismo se ajustó al menor valor compatible organolépticamente con el sabor natural de la fruta.

Los alimentos con alta a_w permiten el crecimiento de bacterias, hongos y levaduras. Pero la alta acidez establece un medio no adecuado para el crecimiento de la mayoría de las bacterias, estando el deterioro causado fundamentalmente por levaduras, hongos y bacterias ácido-tolerantes. Considerando que una ligera reducción del pH incrementa el límite de a_w para el crecimiento bacteriano y, viceversa, una ligera reducción de la a_w disminuye el rango de pH que permite el crecimiento, es de esperarse que la interacción pH - a_w en aquellos rangos sea suficiente para suprimir el crecimiento de la mayoría de las bacterias de interés en la conservación de frutas.

La habilidad de hongos y levaduras para tolerar a_w y pH reducidos, por el contrario, requiere la incorporación de antifúngicos, tales como ácidos lipofílicos débiles (por ejemplo, ácido sórbico o benzoico) en cantidades moderadas (400-1 000 ppm de sorbato de potasio o de benzoato de sodio).

Cuando fue necesario, a fines de inhibir o retardar las reacciones de pardeamiento no enzimático, se utilizaron sulfitos en muy baja concentración (usualmente 150 ppm de bisulfito de sodio). Estos agentes también actúan como compuestos antifúngicos, especialmente contra levaduras resistentes a sorbato.

Es interesante notar que la combinación de factores de conservación se seleccionó para asegurar la estabilidad microbiológica y la calidad sensorial de los productos, pero teniendo en cuenta equipamiento, servicios y facilidades mínimas. Pero los factores seleccionados y sus intensidades, al igual que la forma en la cual éstos se aplican, no deben considerarse como inflexibles. Otras combinaciones pueden ser igualmente o más adecuadas para alcanzar la estabilidad microbiológica o mejorar la aceptabilidad sensorial, y/o aumentar la vida útil y/o satisfacer los hábitos locales de la población. Sin embargo, la modificación, la eliminación y/o la reducción de cualquiera de los factores o de sus niveles deben evaluarse cuidadosamente. (ARGAIZ., 1995; ALZAMORA., 1997).

3.3.4.7. Principales técnicas para reducir la disponibilidad de agua y/o introducir aditivos.

La a_w (la disponibilidad de agua) puede manipularse al menos de tres maneras durante la preparación de FAH y FHI:

- a) El agua se puede remover parcialmente por un proceso de deshidratación. Además del secado solar tradicional, el método más empleado por razones económicas y de simplicidad es el secado en aire caliente.
- b) Se puede agregar soluto(s) adicional(es). La impregnación de un soluto puede llevarse a cabo por infusión húmeda o por infusión seca. En la infusión húmeda las piezas de alimento se sumergen en una solución de agua y soluto de baja a_w mientras que en la infusión seca las piezas de alimento se mezclan directamente con el soluto en las proporciones requeridas. Cuando productos sólidos ricos en agua, tales como frutas y hortalizas, se someten a infusión seca o húmeda, ocurren tres flujos simultáneamente:

- un flujo de agua desde el producto al medio;
- un flujo de soluto desde el medio al producto; y
- un flujo de los solutos propios del producto hacia el medio.

Este proceso es llamado “deshidratación osmótica” y permite impregnar no sólo el soluto usado para controlar la aw sino también los agentes antimicrobianos y antipardeamiento deseados o cualquier otro soluto para mejorar la calidad nutricional y sensorial. Así, esta técnica permite simultáneamente la remoción de agua y la formulación directa del producto sin dañar su integridad estructural.

Controlando los intercambios citados anteriormente, es posible lograr diferentes combinaciones de pérdida de agua y de ganancia de soluto, desde un simple proceso de deshidratación (con una pérdida de agua importante y sólo una ganancia de azúcares marginal) hasta un proceso de salado o de confitado (en el cual la penetración de soluto está favorecida y la remoción de agua es limitada) (TORREGIANI, 1992; TORREGIANI ,2002).

En el caso de alimentos porosos, la infusión húmeda puede también llevarse a cabo bajo vacío. El gas o líquido interno ocluido en los poros abiertos se intercambia por la fase líquida externa (de composición controlada) debido a cambios de presión.

Muchas frutas y hortalizas tienen una gran cantidad de poros y pueden ser impregnados por una solución determinada de soluto y aditivos. Así, la composición del producto y sus propiedades físico-químicas pueden ser modificadas para mejorar su estabilidad. Una ventaja importante del uso de bajas presiones es que los tiempos de equilibrio son menores que a presión atmosférica (por ejemplo, para reducir la aw a 0,97 en varias frutas se requieren 15 minutos bajo vacío; unas pocas horas en convección forzada o unos pocos días en un medio estanco a presión atmosférica) (TORREGIANI. 2002).

c) Por una combinación de a - y b -, impregnando las piezas del alimento con los solutos y aditivos y luego realizando un secado parcial. Las ventajas obtenidas con esta combinación comparada con el solo secado son: un incremento de la estabilidad de los pigmentos responsables del color, una intensificación del sabor y del aroma naturales, una mejor textura y una carga mayor del secadero debido a la reducción de volumen y de peso. Si se compara con la deshidratación osmótica, el aroma y el sabor del producto se modifican en forma menos severa debido a la menor cantidad de solutos.

3.4. TÉCNICAS DE BARRERAS O MÉTODO COMBINADOS UTILIZADAS EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS FRUTÍCOLAS AUTOESTABLE.

3.4.1. ESCALDADO.

Los diferentes pasos preparatorios a los cuales las frutas frescas se someten en los procesos de producción de FAH y FHI tienen un claro impacto en la flora de la fruta fresca, ya que algunos procedimientos remueven o inactivan muchos de los microorganismos presentes, mientras que otros podrían tener un efecto opuesto. Así, mientras que el lavado puede remover muchos de los organismos superficiales, algunas operaciones tales como pelado y cortado pueden causar daño en la célula exponiendo los fluidos tisulares internos al ambiente externo, proveyendo nuevas puertas de entrada de microorganismos y otros contaminantes (TAPIA, 1995).

El escaldado, o sea la exposición de las piezas de fruta a altas temperaturas durante unos pocos minutos, es una operación de control crítica en el procesamiento de frutas autoestables. En métodos tradicionales de conservación, la función principal de este tratamiento es destruir las enzimas que podrían deteriorar las hortalizas y

las frutas. Pero en estas técnicas de procesamiento mínimo, el escaldado tiene también el importante rol de reducir la carga microbiana inicial mediante la inactivación de microorganismos sensibles al calor.

Las temperaturas utilizadas son letales para las levaduras, la mayoría de los hongos y los microorganismos aeróbicos. Así se ha encontrado que el escaldado reduce la carga microbiana entre un 60 y un 99 por ciento (ALZAMORA, 1997).

Además este tratamiento tiene un efecto sensibilizante sobre los microorganismos sobrevivientes, los que se vuelven menos resistentes a los estreses impuestos por la reducción de pH y de a_w y por la presencia de sorbatos, sulfitos u otros antimicrobianos. (VIDALES *et al.*, 1998)

El escaldado puede realizarse en agua caliente, en agua en ebullición o en vapor de agua saturado. Este último método es preferible, ya que permite la retención de propiedades nutricionales (principalmente vitaminas solubles en agua) y sensoriales (principalmente textura) (VIDALES *et al.*, 1998; ALZAMORA, 2004).

3.4.2. HUMECTANTES.

La a_w disminuye cuando se aumenta la concentración de compuestos disueltos o solutos (denominados "humectantes"). La elección del humectante depende de varios factores tales como capacidad para reducir la a_w , costo, solubilidad y características organolépticas del producto final. (ARGAIZ *et al.*, 1995).

En la formulación de AHI se han utilizado tradicionalmente como humectantes soluciones de sal y de sacarosa. Más recientemente, los nuevos AHÍ, utilizan otros solutos, como glicerol, fructosa, jarabes de maíz, sorbitol, dextrosa, lactosa, etc.

En el caso de frutas, la posibilidad de elección se reduce principalmente a azúcares, tales como glucosa, fructosa y sacarosa, y a algunos polioles como glicerol.

También puede utilizarse un jugo de fruta concentrado como solución osmótica, obteniéndose un producto de origen totalmente frutícola. (WELTI, 2000).

La clase y la concentración del humectante afectan significativamente los intercambios de agua y soluto durante la ósmosis, influenciando por lo tanto las características del producto final. Los azúcares de bajo peso molecular (glucosa, fructosa, sorbitol, etc.) favorecen la ganancia de azúcar debido a la fácil penetración de las moléculas; así el principal efecto del proceso va a ser un enriquecimiento en sólidos en lugar de una deshidratación. Por el contrario, solutos de alto peso molecular favorecen la pérdida de agua frente a la ganancia de sólidos, resultando en un producto con bajo contenido de soluto.

Los diferentes solutos exhiben además diferentes capacidades para reducir la a_w (CHIRIFE *et al.*, 1980). En el anexo 3 muestra las cantidades (en g de soluto/g de soluto + g de agua) $\times 100$) necesarias para controlar la a_w en el rango 0,75-0,98 para varios humectantes comunes. También se representa el efecto del agregado de cloruro de sodio en la disminución de la a_w . Puede observarse que la selección de una alta a_w reduce considerablemente las cantidades necesarias de soluto. A medida que la a_w disminuye, las mayores cantidades de humectante requeridas imparten al alimento un intenso sabor dulce (que depende de la clase de azúcar o poliol utilizado), o un intenso sabor salado si se usa cloruro de sodio como humectante. (ARGAIZ, 1995).

Algunas soluciones alternativas para este problema incluyen:

- El uso de un valor de a_w tan alto como sea posible (compatible con la estabilidad del producto)
- La elección del azúcar con menor gusto dulce. Los sólidos del jarabe de maíz y la dextrosa son menos dulces que los azúcares comunes. La glucosa es menos dulce que la sacarosa.
- El reemplazo total o parcial del azúcar por otro humectante con menos gusto dulce.
- El uso de otros métodos para ajustar la a_w , como combinaciones de ósmosis y secado.
- El balance de la relación °Brix de la fruta/acidez para lograr máxima aceptabilidad.

Otro punto a tener en cuenta es que la barrera a_w puede cambiar a lo largo del almacenamiento del producto cuando se utiliza sacarosa como humectante. La sacarosa se hidroliza originando glucosa y fructosa.

La hidrólisis disminuye la a_w de la fruta conservada debido a la mayor capacidad de la glucosa y de la fructosa para reducir la a_w , incrementando el efecto de la barrera en el crecimiento microbiano. Es importante notar que la glucosa y la fructosa tienen la misma capacidad para disminuir la a_w (MEJÍA, 2005).

3.4.3. ANTIMICROBIANOS.

El ácido sórbico, el ácido benzoico y los compuestos sulfitados son los antimicrobianos más comunes utilizados en la formulación de las FAH y FHI. Se usan principalmente para inhibir el crecimiento de hongos y levaduras. La acción de estos conservadores depende fuertemente del pH, siendo más activos contra los microorganismos en los alimentos ácidos.

En particular, el efecto antimicrobiano de los ácidos débiles se debe parcialmente a su influencia en el pH del alimento y parcialmente al efecto del ácido mismo atribuido a la forma no disociada del ácido. Este permea la membrana celular actuando como transportador de protones.

El ácido sórbico se degrada apreciablemente en función del tiempo, la temperatura y el pH durante el almacenamiento de las frutas conservadas, perdiendo su efectividad como obstáculo.

Por ejemplo, después de cuatro meses de almacenamiento a 27 °C, la destrucción del ácido sórbico es de aproximadamente 40 por ciento en ananá y en durazno de alta humedad. (MEJÍA, 2005).

Los sulfitos (dióxido de azufre, metabisulfito de sodio, sulfito de sodio y de potasio, bisulfito de potasio o de sodio y metabisulfito de potasio) tienen varias funciones. Previenen las reacciones de oxidación como así también las reacciones de pardeamiento enzimático y no enzimático; actúan como agentes blanqueadores y estabilizantes de color; estabilizan el ácido ascórbico y actúan como antibacterianos y antimicóticos.

En las FAH y FHI, los sulfitos se usan en cantidades muy bajas principalmente para inhibir el pardeamiento no enzimático y para prevenir el crecimiento de hongos y levaduras, ya que el crecimiento bacteriano está inhibido por la interacción a_w - pH y las enzimas son inactivadas por el escaldado.

La concentración de sulfito disminuye durante el almacenamiento de estos productos, aún más rápido y más completamente que los sorbatos, disminuyendo su efectividad como barrera para el crecimiento fúngico y para el pardeamiento no enzimático. (ALZAMORA., 1995; DAZA, 1995).

Los extractos de especies que son conservantes naturales se prefieren a los antimicrobianos sintéticos porque son más baratos y accesibles.

En este contexto, la vainillina, componente cristalino de la vaina de la vainilla, puede reemplazar total o parcialmente al ácido sórbico y a los sulfitos en la formulación de algunas FAH. Este agente saborizante ampliamente usado en alimentos y bebidas es compatible con las características organolépticas de varias frutas (manzana, banana, fresas, mango, papaya y ananá) en concentraciones hasta 3 000 ppm. Más aún, se ha encontrado que la vainillina es muy efectiva contra levaduras resistentes a conservadores comunes. (CERRUTTI., 1997; LÓPEZ, 1995,).

3.4.4. ACIDULANTES.

El pH es uno de los más importantes factores de estrés en las FHI y FAH, ya que determina el tipo de organismo que puede proliferar y su velocidad de crecimiento, la actividad de los conservadores y la estabilidad de muchas vitaminas. En general el pH de la fruta conservada debe ser tan bajo como su palatabilidad lo permita. Afortunadamente, las frutas pueden tolerar reducciones significativas de pH sin alteración de su gusto y aroma.

El pH de las FAH y FHI se controla a un valor cercano al de la fruta fresca o, en caso de frutas con mayor pH, éste se ajusta a valores menores (requeridos para lograr la estabilidad microbiológica) mediante el agregado de un acidulante a la solución osmótica o directamente a la fruta.

La elección de un acidulante depende principalmente del tipo de fruta, costo, balance azúcar/acidez, etc. Los ácidos más utilizados para ajustar la acidez de las frutas conservadas por métodos combinados son el cítrico y el fosfórico, debido a su bajo precio y a su compatibilidad sensorial.

El ácido cítrico también previene el pardeamiento enzimático, ya que inhibe la polifenoloxidasas reduciendo el pH y secuestrando el cobre en el sitio activo de la enzima. (ARGAIZ *et al.*, 1995).

3.5. DIAGRAMAS DE FLUJO PARA LA PRODUCCIÓN DE FRUTAS AUTOESTABLES DE ALTA HUMEDAD Y DE HUMEDAD INTERMEDIA CONSERVADAS POR TECNOLOGÍAS DE BARRERAS.

En los anexos 4 y 5 de las figuras 2 y 3 muestran los diagramas de flujo para obtener FAH (por infusión húmeda y por infusión seca) y FHI estables a temperatura ambiente.

3.5.1. PRODUCTOS FRUTÍCOLAS DE ALTA HUMEDAD.

La estabilidad de frutas de alta humedad se basa en la combinación de un tratamiento térmico suave (escaldado durante 1-3 minutos con vapor saturado), ligera reducción de la a_w (a 0,98-0,93, mediante el agregado de glucosa o sacarosa), disminución del pH (a 4,1-3,0, mediante el agregado de ácido cítrico o fosfórico o sus mezclas), y la adición de antimicrobianos (sorbato o benzoato, bisulfito y/o vainillina, en cantidades modestas). Esta combinación de factores se seleccionó para asegurar una vida útil de 3-8 meses a temperatura ambiente.

Las operaciones preliminares comprenden la selección, lavado, pelado y cortado (algunas frutas pueden ser conservadas enteras) de las frutas. Después de un nuevo lavado y pesado de las frutas, el proceso comprende un escaldado seguido por un paso de reducción de la a_w (en el que la fruta pierde agua y gana azúcar) con la incorporación simultánea de los aditivos, lográndose después de alcanzar el equilibrio valores finales de $a_w = 0,94-0,98$; pH = 3,0-4,1; 400 - 1 000 ppm de sorbato de potasio o benzoato de sodio y generalmente 150 ppm de bisulfito de sodio.

La remoción de agua y el proceso de impregnación se hacen a temperatura ambiente colocando la fruta en soluciones acuosas concentradas de azúcar y aditivos (infusión húmeda) (anexo 4) o mezclando la fruta, el azúcar y los aditivos en las proporciones requeridas (infusión seca) (anexo5).

Después de alcanzar el equilibrio (entre 5 y 10 días de acuerdo al tamaño de la fruta entera o cortada), la fruta preparada por infusión húmeda se escurre y se envasa, dejando solamente el almíbar necesario para cubrirla. Los trozos de fruta (y su correspondiente jugo) preparados por infusión seca se envasan directamente.

La fruta puede ser envasada en frascos de vidrio o de polietileno de alta densidad, en tambores o en bolsas flexibles de polietileno de alta densidad y luego se mantiene a temperatura ambiente durante el almacenamiento. Para países en desarrollo, donde la refrigeración es costosa y no siempre accesible, estas técnicas para obtener frutas mínimamente procesadas representan una alternativa de especial interés (LEISTNER, 1995).

Este proceso se ha aplicado exitosamente a frutas enteras y/o cortadas o a puré de ananá, mango, higo, ciruela, fresas, papaya, tamarindo, durazno, pomalaca y fruta de la pasión o parchita (ALZAMORA., 1995).

Las técnicas de infusión húmeda originan un almíbar diluido residual que contiene todavía una concentración alta de azúcares y aditivos. Si este almíbar no se recicla, los costos se incrementan y además se provocan serios problemas de disposición de efluentes

Han reportado que el almíbar puede ser reusado 5 veces (después de restablecer sus condiciones iniciales mediante un nuevo agregado de azúcar y aditivos) sin afectar la calidad sensorial y microbiológica de los productos (ARGAIZ. 1995).

Ha comentado que el reusó del almíbar puede ocasionar un riesgo en relación a algunos microorganismos resistentes a conservadores, y ha recomendado antes del reusó, la pasteurización del almíbar (LEISTNER, 1995).

3.5.2. PRODUCTOS FRUTÍCOLAS DE HUMEDAD INTERMEDIA.

Para obtener las FHI, después del paso de equilibración en el proceso de infusión seca (Anexo 5), los trozos de fruta y su jugo se separan y la fruta se deshidrata parcialmente.

El contenido de humedad final y de a_w de estas frutas varía ampliamente, estando en el rango de 15 a 50 por ciento de agua en peso y de 0,65 a 0,90 de a_w .

Estos productos son estables sin refrigeración o tratamiento térmico hasta un año de almacenamiento y pueden ser consumidos como tales sin rehidratación. Por otra parte, el propio jugo endulzado de la fruta puede almacenarse sin refrigeración durante 3-8 meses de acuerdo al tipo de fruta.

El mismo puede usarse como un almíbar de alta calidad para consumo directo o para la producción de saborizantes naturales. Las FAH son muy diferentes de las FHI porque poseen atributos de calidad cercanos a los de la fruta fresca; tienen una menor concentración de azúcares (24-28 por ciento versus 70 por ciento de azúcares reductores) y un mayor contenido de humedad (55-77 por ciento w/w versus 20-40 por ciento w/w). Las FHI tienen mejor textura, sabor y aroma y son más succulentas que las frutas totalmente deshidratadas.

Comparadas con las FAH son menos palatables (demasiado dulces) pero usualmente tienen mejores atributos de textura; también poseen mayor vida útil.

3.6. PRINCIPIOS DE LOS MÉTODOS COMBINADOS DE CONSERVACIÓN.

En la elaboración de los alimentos estables y seguros se utilizan muchos métodos de conservación, tales como calentamiento, refrigeración, congelación, liofilización, desecación, curado, salazón, adición de azúcar, acidificación, fermentación, ahumado y eliminación de oxígeno.

Por todo ello en la conservación de los alimentos debe tenerse en cuenta el efecto combinado de los factores conservadores que viene definido por:

a) **Efecto obstáculo**

En cada alimento estable y seguro hay un implicado conjunto de obstáculos que difieren en calidad e intensidad dependiendo del producto de que se trate. En cualquier caso los obstáculos deben mantener la población microbiana normal de cada alimento bajo control. Los microorganismos presente (la carga inicial) en un alimento no deben ser capaces de rebasar (sobrepasar) los obstáculos implicados ya que si es así el alimento se alterará o incluso puede originar intoxicaciones alimentarias

b) **Tecnología de obstáculos**

La mejora de la conservación de los alimentos se basa en una mejor comprensión de la existencia y de la interacción de los diferentes factores obstáculos en dichos alimentos. Así, si se reconocen los obstáculos implicados en un alimento dado se puede optimizar la estabilidad y seguridad microbiana cambiando la intensidad o calidad de estos obstáculos.

La tecnología de obstáculos procede de una correcta comprensión del efecto obstáculo, lo que viene a significar que los obstáculos se pueden combinar de una forma deliberada para lograr la conservación de los alimentos tanto tradicionales como los de nueva formulación. Haciendo una combinación inteligente de obstáculos es posible mejorar no solo la estabilidad y seguridad de los alimentos sino también la calidad sensorial y nutritiva así como los aspectos económicos (WILEY, 1997).

c) Calidad total

Calidad total es un campo mucho más amplio y se acompaña de un amplio rango de atributos de carácter físico, biológico y químico. El concepto de procesos combinados se podría orientar hacia la calidad total de los alimentos en lugar de los aspectos tan restringidos, aunque importantes, de la estabilidad y seguridad microbiana.

d) Obstáculos potenciales

Los obstáculos más importantes de uso común en la conservación de los alimentos, aplicados bien como proceso o como aditivo, son temperatura (alta o baja), actividad de agua (a_w), acidez (pH), potencial redox bajo (Eh), conservadores (por ejemplo, nitrito, sorbato, sulfito) y microorganismo competitivos (por ejemplo; Bacterias ácido lácticas) (WILEY, 1997; LEISTNER, 2000).

3.6.1. DESCRIPCION DE LOS MÉTODOS COMBINADOS DE CONSERVACION A UTILIZAR.

3.6.1.1. Deshidratación osmótica.

Es un proceso de remoción de agua en el que materiales celulares son colocados en una solución concentrada que tiene uno o más soluto disueltos. La deshidratación se debe a que ocurre un proceso de ósmosis entre el alimento y la solución concentrada. La deshidratación osmótica es una técnica que permite eliminar parcialmente el agua de los tejidos de los alimentos por inmersión en una solución hipertónica sin dañar el alimento y afectar su calidad.

El proceso de deshidratación consiste en un flujo solvente desde una solución diluida (el alimento) hacia una solución más concentrada a través de una membrana semipermeable (GENINA, 2002).

La deshidratación osmótica a temperatura ambiente, puede ser una tecnología adecuada como pre tratamiento de las frutas y hortalizas, ayudando a mantener el olor, sabor, textura y otras propiedades sensoriales.

Los tratamientos osmóticos con aplicación de pulso a vacío, al inicio del proceso, pueden producir efectos benéficos en la cinética de deshidratación osmótica y en la calidad de las frutas

La concentración resulta del proceso de difusión simultáneo de agua y soluto, causado por los gradientes de concentración de los sistemas a través de la membrana celular.

El agua se traslada desde una región de alta concentración hasta una región de concentración más baja, a través de una membrana semipermeable. La pared celular compleja de la estructura del alimento actúa como una membrana

semipermeable, la cual no es completamente selectiva, resultando dos flujos de transferencia de masa; la difusión de agua del alimento a la solución y difusión del soluto de la solución al alimento. (GENINA, 2002).

3.6.1.2. Flujos continuos de masa

En el proceso de deshidratación osmótica hay tres flujos continuos de masa:

- Un flujo de salida de agua desde el alimento hacia la solución.
- Un flujo de soluto desde la solución hacia el alimento.
- Una lixiviación de solutos propios del alimento (azúcares, ácidos orgánicos, vitaminas, minerales, etc).

3.6.1.3. Factores que influyen en el proceso de deshidratación.

Los factores que influyen en el proceso de deshidratación osmótica son:

- a) Tipo de agente osmótico: los más comúnmente usados son la sacarosa para frutas y el cloruro de sodio para vegetales, pescados y carnes; si bien también mezclas de solutos han sido probadas. También se puede utilizar: glucosa, fructuosa, dextrosa, maltodextrina, jarabes de almidón de maíz y sus combinaciones.
- b) Concentración de la solución osmótica: el aumento de la concentración de la solución incrementa la pérdida de agua del producto y la velocidad de secado.
- c) Temperatura de la solución osmótica; afecta la cinética de pérdida de agua y la ganancia de solutos.

- d) El pH de la solución; la acidez de la solución aumenta la pérdida de agua debido a que se produce cambios en las propiedades tisulares y consecuentemente cambios en la textura de la frutas y vegetales que facilitan la eliminación de agua.
- e) Propiedades fisicoquímicas de los solutos empleados; pesos moleculares, estado iónico y solubilidad del soluto en el agua.
- f) Agitación de la solución osmótica; la deshidratación osmótica puede mejorarse mediante agitación, sin embargo existen casos en que puede dañarse el producto.
- g) Geometría del producto; es muy importante ya que variara la superficie por unidad de volumen expuesta a la difusión.
- h) Relación masa de solución a masa del producto: La pérdida de agua y la ganancia de solutos aumentan con un incremento de la relación masa de solución a masa de producto empleada en la experiencia.
- i) Propiedades fisicoquímicas del alimento del alimento: la composición química (proteínas, carbohidratos, grasa, contenido de sal, etc.), la estructura física (porosidad, arreglo de células, orientación de fibras y tipo de piel) y los pretratamiento como congelación y escaldado pueden afectar la cinética de deshidratación osmótica.
- j) Presión de operación: la transferencia de agua total en la deshidratación osmótica depende de una combinación de dos mecanismos: la difusión y el flujo por capilaridad. Los tratamientos al vacío aumentan el flujo capilar de agua que depende de la porosidad y la fracción de espacios huecos del producto (PALTRINIERI, 2004).

3.6.1.4. Ventajas de la deshidratación osmótica en los alimentos.

Algunas ventajas que la deshidratación osmótica presente sobre los alimentos son:

- El sabor “fresco” de productos como las frutas se mantiene mejor si éstas se someten a deshidratación osmótica
- La reducción de la acidez por la salida de compuestos hacia la disolución concentrada, mejora el sabor en frutas (Artes, 2008).
- Debido a que la osmósis puede realizar a bajas temperaturas, la alteración del color y sabor son mínimos.
- La estructura de los alimentos se conserva más adecuadamente debido a que la eliminación del agua se realiza sin cambio de estado.
- El proceso de deshidratación osmótica protege de la pérdida de ciertos nutrientes hidrosolubles como la vitamina C.
- Mediante este proceso se pueden reducir altos costos de producción porque se la utiliza generalmente antes de un proceso de secado o congelado para de esta manera poder mejorar características sensoriales en diferentes productos (GENINA, 2002).

3.7. ESTADO ACTUAL DE LOS VEGETALES MÍNIMAMENTE PROCESADOS.

En la actualidad los seres humanos se están preocupando cada vez más por el consumo de alimentos sanos y saludables que permitan mejorar de esta forma su bienestar.

Las frutas y hortalizas son reconocidas por los beneficios que brindan al ser consumidas. La OMS (organización mundial de la salud) recomienda consumir una ración de al menos 400g de frutas y hortalizas al día (RAGAERT *et al.*, 2004).

Las ventas de frutas y hortalizas listas para consumir han crecido rápidamente en los últimos años como resultado del cambio de las actitudes de las personas al preferir alimentos saludables, este crecimiento se debe en parte a que existen cambios poblacionales a nivel mundial que han propiciado nuevas tendencias alimenticias, tanto para consumidores como para la industria alimentaria, además cabe destacar que en América Latina existe un notable incremento en la urbanización de las ciudades, lo cual ha conllevado a que las personas tengan menos tiempo para preparar los alimentos dentro de sus hogares y por consiguiente vean necesario disponer de alimentos listos para el consumo (vegetales IV gama) (RICO *et al.*, 2007).

El mercado de los mínimamente procesados a nivel mundial se puede decir que mantiene un crecimiento desde su incursión a principios de los años 90. La asociación internacional de productos frescos cortados (IFPA, 2000), reportó en el año 2000 ventas de 12 billones dólares, donde el 60% fue para servicio a empresas del ramo alimenticio y el 40% de las ventas realizadas a distribuidores.

En Estados Unidos de Norteamérica se reportaron ventas de 12.000 millones de dólares en el año 2005, mostrando un aumento del 25% con respecto al 2003. En el Reino Unido las ventas fueron de más de 700 millones de euros en el 2005 y en Francia se vendieron 77.000 ton de este tipo de productos, seguido por Italia con 42.000 ton. En el 2005 Italia lidero la tasa de crecimiento del sector en un 28,5% con respecto al año 2004. Cabe mencionar que en Italia el 40% de las personas incluyen alimentos mínimamente procesados en su dieta (ALONSO & CHIESA, 2009).

En España el consumo de alimentos mínimamente procesados ha ido en aumento en las últimas décadas, y se espera que siga creciendo durante los próximos años, esto debido a tendencias socio demográficas como:

Por su parte, en Japón, el mercado de los mínimamente procesados creció en un 6% anual durante la década de los 90 y se registraron ventas de 50000 millones de yens en 1999. La distribución del mercado para 2001 fue: 31% para mercado institucional, 23% supermercados y 21% en tiendas de conveniencia.

El total de materia prima destinada a la industria de los IV gama fue de 92672 toneladas, siendo los principales vegetales utilizados: repollo, zanahoria, cebolla, lechuga, rábano japonés, papa, repollo chino, pimiento dulce, pepino y zucchini. Para el año 2005 el mercado Japonés y Coreano alcanzaron cifras de hasta 2500 y 1100 millones de dólares respectivamente, en este último país (Corea) las ventas de vegetales mínimamente procesados crecieron a una tasa del 10% anual desde el año 2000, los productos con más índice de consumo fueron las hortalizas para cocinar y las ensaladas a base de lechuga capuchina y de repollo.

En Corea y en Japón, el mercado interno en general está creciendo con las tasas más altas de Asia y el consumo por parte de la población se encuentra en franca expansión.

Las hortalizas mínimamente procesadas no son ajenas a dicho fenómeno, pero se detectó que una fuerte barrera para el futuro crecimiento del negocio es la percepción de seguridad alimentaria por parte del consumidor, debido a que los productos no se consolidarán en la preferencia de la población si no se asegura la inocuidad de los mismos (KIM, 2007).

Al contrario de Norteamérica, de los países europeos y asiáticos, en Latinoamérica el panorama es un poco distinto ya que la industria de los vegetales mínimamente procesados está muy poco desarrollada. La forma como se han estado introduciendo en el mercado ha sido describiendo a las frutas y hortalizas cortadas como “un nuevo concepto de frescura”, como un clásico ejemplo de valor agregado.

Latinoamérica es una región donde se producen gran cantidad de hortalizas y frutas tropicales, sin embargo esta región no ha presentado un gran crecimiento en la industria procesadora de los vegetales mínimamente procesados. Esto se debe a que las personas no están acostumbradas al consumo de este tipo de productos y el poder adquisitivo de la población, en general, está muy por debajo comparado al de los consumidores de otras regiones como Europa y Norteamérica. Sin embargo, actualmente, se observan cambios de hábitos en los consumidores latinoamericanos siendo similares a los hábitos acogidos por los consumidores norteamericanos.

En Colombia se han presenciado esta clase de cambios en los últimos años, productores y consumidores ahora convergen en lo saludable, delicioso y funcional. En el mercado dirigido a consumidores, en especial los hipermercados, cada vez es más alta la presencia de productos mínimamente procesados a base frutas y hortalizas frescas listas para consumir, tales como: ensaladas listas con aderezos, mezclas de brócoli, coliflor, zanahoria y de lechuga como base para ensaladas, fruta pelada y troceada, verduras peladas y troceadas para la preparación de sopas y platos, entre otros.

De igual forma en algunos países como Argentina y Panamá, el consumo de este tipo de productos está empezando a tomar mayor importancia. En otros como Perú, Bolivia, Paraguay, Ecuador y la mayoría de los países de Centroamérica, los volúmenes de frutos y vegetales frescos destinados al procesamiento en fresco es mínimo, como consecuencia del poco interés y conocimiento por parte del productor y consumidor de alimentos (GONZÁLEZ *et al.*, 2004).

3.7.1. CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN VEGETALES MÍNIMAMENTE PROCESADOS.

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas son alimentos listos para el consumo que debido a las condiciones en las que se cultivan, distribuyen y procesan, no se logra evitar su contaminación por microorganismos patógenos a través del aire, tierra, agua, insectos, animales y de la actividad humana. Aunque el lavado en la industria alimentaria es una de las pocas etapas en las que se reduce la carga de microorganismos alterantes y patógenos, no puede ser considerado como un tratamiento letal que elimine completamente los microorganismos, un claro ejemplo de esta cualidad de supervivencia lo representa la *Listeria monocytogenes*, la cual ha demostrado mediante estudios que puede persistir después de los procesos de lavado a nivel industrial (NGUYEN & CARLIN, 1994).

Por tanto, la presencia potencial de *L. monocytogenes* en vegetales mínimamente procesados, unido al pH neutro del producto, su composición (agua, almidón, vitaminas, minerales y algunos lípidos), el uso de atmósferas bajas en oxígeno, y la naturaleza psicótrofa de *L. monocytogenes*, puede favorecer la supervivencia y crecimiento del patógeno en las hortalizas mínimamente procesadas durante su almacenamiento (CARRASCO, 2007).

La manipulación inadecuada de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas puede conllevar a graves riesgos microbiológicos. La implantación del sistema de análisis de puntos de control crítico (APPCC) es obligatoria según el reglamento establecido por la comunidad Económica Europea (CE) núm. 852/2004 con el fin de garantizar la seguridad microbiológica de los alimentos y está enfocado al control no sólo del producto final sino de todo el proceso de elaboración.

La Comisión del Codex Alimentarius desarrolló un documento titulado “Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas frescas” (FAO, 2003) con un anexo sobre frutas y hortalizas frescas precortadas con el propósito de orientar en la implantación de buenas prácticas de fabricación para ayudar al control de riesgos microbiológicos, físicos, y químicos asociados al procesado de frutas y hortalizas frescas cortadas.

El anexo se centra específicamente en los principios generales de higiene de alimentos (FAO, 2003) pero con especial énfasis en algunos aspectos de control referentes a las instalaciones, programas de capacitación de personal así como el mantenimiento de documentación y registros adecuados durante el periodo de fabricación y almacenamiento del producto. La U.S. Food and Drug Administration ha desarrollado un documento similar, “Analysis and Evaluation of Preventive Control Measures for the Control and Reduction/Elimination of Microbial Hazards on Fresh and Fresh-cut Produce”, en el que se establecen los riesgos potenciales y se proponen métodos de intervención para reducir los riesgos microbiológicos en productos frescos cortados (FDA, 2001).

Una nueva regulación de la Unión Europea en materia alimentaria (Reglamento núm 2072/2005) establece un límite de 1×10^2 ufc/g para *E.coli* como indicativo de la aceptabilidad del proceso de elaboración. Este criterio se aplica independientemente a otras normativas específicas referentes a microorganismos, y sirve a los fabricantes como herramienta para decidir si un producto está listo para ser comercializado.

En la actualidad otras entidades como la PMA (Produce Marketing Association), la IFPA (International Fresh-cut Produce Association), la UFFVA (United Fresh Fruit and Vegetable Association) y la WGA (Western Growers Association) han publicado guías para minimizar los peligros microbiológicos asociados a los vegetales mínimamente procesados. Estas guías intentan complementar, no

reemplazar, componentes de programas de seguridad alimentaria ya establecidos, como son las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas prácticas de fabricación (BPF), APPCC, etc.

En los 10 últimos años, la seguridad alimentaria se ha centrado en la huerta/campo de cultivo y en las operaciones industriales, elaborando sofisticados programas de BPF y APPCC; a medida que se comprenden mejor todos los aspectos relacionados con la seguridad alimentaria de frutas y verduras, se va haciendo necesaria una nueva generación de guías que abarque la cadena completa “de la huerta a la mesa”, De igual forma se ha incrementado el interés y la necesidad por establecer empresas especializadas, que reúnan las condiciones técnicas e higiénico-sanitarias exigibles para la elaboración de vegetales mínimamente procesados y que de igual forma garanticen la seguridad alimentaria, mediante la elaboración de diseños higiénicos de equipos e instalaciones que permitan minimizar la contaminación microbiana, cumpliendo en todo momento con los límites establecidos por la legislación respectiva de cada país sobre comidas preparadas con vegetales crudos y otros aspectos del Código Alimentario aplicables a estos productos (ARTÉS & HERNÁNDEZ, 2003; CARRASCO, 2007).

La adopción de altos estándares en el control de calidad, buenas prácticas de fabricación y el sistema APPCC son esenciales para asegurar la calidad microbiológica del producto. Más aún, debido a los reducidos márgenes de seguridad, los distintos organismos de contralor internacionales han recomendado el uso de “obstáculos” adicionales en el diseño de los sistemas de preservación tal que procesos, distribución y almacenamiento no adecuados puedan todavía garantizar productos microbiológicamente seguros. Así, el uso de factores combinados juega un importante rol en la seguridad microbiológica de aquellos productos donde los puntos críticos de control sean imposibles o difíciles de controlar (SCHENK, 2010).

CONCLUSIONES

- Muchas frutas y hortalizas por su naturaleza, composición físico química y características propias, tienen una vida útil de corta duración, lo que ha generado el desarrollo de técnicas de conservación que garanticen una mayor vida útil del producto. Tal es el caso de la Tecnología de Métodos Combinados (TMC) para la preservación de frutas y hortalizas, que tiene la ventaja de tener relativo bajo costo, es adaptable a zonas con poca o nada de infraestructura industrial y es muy poco sofisticada en su aplicación.
- La aplicación inteligente y deliberada de esta metodología combinada de conservación permite aplicar unos factores y/o procesos suaves pero que logran una eficaz conservación, con lo que se obtienen alimentos seguros, estables, sabrosos, frescos y nutritivos.
- El incremento en el conocimiento de los mecanismos fisiológicos del crecimiento, supervivencia y muerte de los microorganismos patógenos y alterantes de los alimentos y de los mecanismos de acción de los diferentes factores y procesos de conservación sobre ellos está permitiendo avanzar en el desarrollo de técnicas de conservación más eficaces.
- Los métodos combinados de conservación de frutas son una excelente alternativa para el desarrollo de alimentos de alta calidad (alimentos mínimamente procesados).

RECOMENDACIONES

- Esta recopilación de información nos ha permitido recomendar, la propuesta de aplicar métodos combinados que permite la incorporación de valor agregado a la producción primaria, aumenta la vida media del producto, genera productos ya semielaborados los cuales pueden ser utilizados posteriormente para producir alimentos procesados más convencionales (jugos, néctar, jaleas, mermeladas entre otros) y permite también mejores condiciones para la comercialización de los productos, sean estos perecederos o no tan perecederos.
- De esta manera crear interés que pueda mejorar el nivel de ingreso de los productores y los pequeños empresarios que forman parte de la cadena agroindustrial de frutas y hortalizas.
- Recomendar mediante la estimación de parámetros característicos como la carga microbiana o algún atributo sensorial, y así establecer la vida útil a través de un modelo estadístico adecuado, gracias a que los tratamientos utilizados permiten conservar sus características fisiológicas, fisicoquímica y la calidad sensorial general para un tiempo de almacenamiento o de vida útil, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Aguilar, J. (2012). "Métodos de conservación de los alimentos " 1^{ra} ed. Edit. Red Tercer Milenio; México; 58-61 y 65-68.
- Alonso, G. y A. Chiesa. 2009. Hortalizas mínimamente procesadas en los supermercados de Buenos Aires. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias Uncuyo **13**(2): 45 - 57.
- Alzamora, S. 1997. Preservación I. Alimentos conservados por factores combinados. En: Temas en Tecnología de Alimentos. Ed. Aguilera J. M. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. 45-88p.
- Argaiz A, López A y Welti J. 1995. "Consideraciones para el desarrollo y la estabilidad de los productos de frutas de alta humedad durante el almacenamiento. En Conservación de los alimentos por el control de la humedad" fundamentos y aplicaciones. Lancaster, EE.UU, Eds. Welti Chanes-, J. & Barbosa-Cánovas, G., Technomic, 729-760p.
- Artes F. & Hernández F. 2003. Etapas decisivas y diseño de instalaciones para la elaboración de productos procesados en fresco. En: Productos hortofrutícolas mínimamente procesados. Editores: M.G. Lobo y M. González. Edit. Gobierno de Canarias, 57-78.
- ARTÉS F. (2008). Panorámica actual de la Postcosecha Hortofrutícola y de los productos vegetales mínimamente procesados. II Curso Internacional "Tecnología Postcosecha y procesado mínimo". Cartagena, España. Pag: 5-18.

Barbosa V. (1999) "Conservación no térmica de alimentos", edit. Acribia, España-Barcelona. Pag: 35-44

Casaurran F & Laforgue J. (1976) "Industrias de la alimentación" Ediciones Didascalía. Barcelona, 10-24

Elguezábal L, Navarro P, De Dayle M (1996). "Conservación de tres frutas (piña, parchita y tamarindo) a granel, por métodos combinados, Rev. Fac. Agronomía. (LUZ), 13, 627 - 639, Habana, Cuba.

Gould, G.W. 1995. Mecanismo homeostático durante la conservación de alimentos por métodos combinados. En conservación de los alimentos por el control de la humedad - fundamento y aplicaciones". Lancaster, USA, Eds. Welty-Chanes, J. & Barbosa-Cánovas. 397-410

González, G., F. Cuamea, M. A. Villegas y J. F. Ayala. 2004. Estado actual del mercado de frutos y vegetales frescos Cortados. En: Simposio "Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados en Iberoamérica". III Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. p. 7-16.

Grada I.: "Tecnología de la congelación de los alimentos". Ed. Acribia, Zaragoza 1986.

HOLDSWORTH, S.D. 1988 "Conservación de frutas y hortalizas." 1^{ra} ed.
Edit. Acribia; S.A Zaragoza - España, 35-44:

Kim, J. G. 2007. "Potencial de mercado y los desafíos en Asia lejano oriente."
Acta Horticultural. 746: 33-38.

Mejía, D. (2005). "Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas" Manual de capacitación"; FAO-2004, 3-25.

Leitsner, L. 2000. "La tecnología de obstáculos en el diseño de alimentos mínimamente procesados. En aspectos y aplicaciones fundamentales mínimamente procesada en frutas y verduras". Gaithersburg, MD, USA, Eds. Alzamora, S.M., Tapia M.S. & López Malo. A, 13-27

Leitsner L. & Gould G. 2002. Tecnología de obstáculo. Los tratamientos de combinación para la estabilidad alimentaria, la inocuidad y la calidad. New York, USA, Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Nguyen, C. y F. Carlin. 1994. La microbiología de frutas y vegetales frescos mínimamente procesados. Ciencia de los Alimentos y Nutrición. 34 (4): 401 - 371.

Owenn R. 1982. "Introducción a la ciencia de los alimentos" Ed. Reverte, Barcelona, 55-71

Tapia S., Argai A, López A & Díaz V. (1995). Estabilidad microbiana evaluación de la humedad alta e intermedia alimentos: especial énfasis en productos de frutas. En Conservación de los alimentos por el control de la humedad - fundamentos y aplicaciones . Lancaster, EE.UU., Eds. Welti Chanes-, J. & Barbosa-Cánovas, G., Technomic bar, 575-602

Torregiani, D. 1992. La deshidratación osmótica en la fruta y el procesamiento de verduras. Investigación alimentaria internacional 26: 59-68.

- Torregiani, D. y Bertolo, G. 2002. "El papel de un paso osmótica: procesos combinados para mejorar propiedades funcionales de calidad y de control en frutas y verduras. En la ingeniería y la comida para el siglo 21", Florida, EE.UU., Eds. Welti Chanes-J. Barbosa Cánovas, 651-670.
- Vidales, S.L., Castro, M. A. y Alzamora, S.M. 1998. "La relación estructura-textura de fresas de glucosa impregnada blanqueadas". Ciencia y tecnología alimentarias internacional. Vol. 4, pag: 169-178.
- Welti J, "Investigación en ciencia y tecnología de alimentos: estado actual y desarrollo futuro en la conservación y procesamiento de alimentos", México, 1998.
- Wiley, C. R. 1997. "Frutas y Hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas." Zaragoza: España. Acribia. 68-82.

PAGINAS WEB

[http //www.ainia.com./metodos/combinados/75/point.com](http://www.ainia.com./metodos/combinados/75/point.com). Consulta 12 de enero 2015

Alzamora, S., M. S. N. Guerrero, A. B. Nieto y S. L. Vidales. 2004. Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas. En: [http: \(www.fao.org/docrep/008/y5771s/y5771s02.htm\)](http://www.fao.org/docrep/008/y5771s/y5771s02.htm) Consulta: 10/enero /2015.

CEGARRA P. J. (2007). Nuevas tendencias en la elaboración de frutas y hortalizas. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Cartagena, España. En <http://www.virtual.proceso.metodos.combinados.edu.co/cursos/teoria/fundam/p.h> Consulta 12 de enero 2015.

GENINA, P. 2002. Deshidratación Osmótica: alternativa para la conservación de frutas tropicales. On line/ Cinvestav. Recuperado de <http://www.cinvestav.mx/publicaciones/avayper/sepcto2/DESHIDRATACION.PDF>, 01 Dic. 2004). Consulta: 10-de enero 2015.

International Fresh-cut Produce Association. 2000. Fact sheet on fresh cut produce. En: http://www.fresh-cuts.org/information_show.htm.)Consulta: 13 - enero -2015.

PALTRINIERI, G. Procesos para la Deshidratación Osmótica. [On line]. Food and Agriculture Organization. Recuperado de http://www.tecnopoint.com/Obst_Nusse/Obst_getrocknet/Procesos_para_la_deshidratacion_osmotica.html, 01 Dic. 2004). Consulta 10 de enero 2015

Rico, D., A. B. Martín, J. M. Barat. y R. Barry. 2007. "Ampliación y Medición de la calidad de recién cortado de frutas y hortalizas: Una revisión. Tendencias en la ciencia de los alimentos y Tecnología. 373-386.

http://www.fresh-cuts.org/information_show.htm.; Consulta: 13 de enero -2015.

Schenk, M. L. 2010. Preservación de productos frutales mínimamente procesados

mediante la aplicación de luz UV y su combinación con otras tecnologías emergentes. Tesis de Doctorado. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de

(<http://www.virtual.proceso.metodos.combinados.edu.co/cursos/teoria/fundam/p.h>) Consulta 12 de enero 2015.

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/fundam/p.h>)

Consulta: 10 de enero 2015

Yahia, E. M. y Ariza, R. (2002) Tratamientos físicos en poscosecha de fruta y hortaliza. En:

<http://www.horticom.com/pd/imagenes/53/173/53173.pdf>.

Consulta: 07de enero 2015.

Carrasco, E. 2007. Análisis del riesgo microbiológico: *listeria monocytogenes* en ensaladas de IV gama. Tesis de Doctorado. Universidad de Córdoba. Córdoba, España.

(<http://www.virtual.proceso.metodos.combinados.edu.co/cursos/teoria/fundam/p.h>) Consulta 12 de enero 2015.

ANEXOS

ANEXO 1.

Métodos de escaldado aplicado en algunos vegetales.

Producto	Método de escaldado	Tiempo	Temperatura	Observaciones
Chicharo	Agua caliente (usualmente en ebullición)	1-5 min (depende estado de madurez)	80-85°C	Remueve olores y sabores. Fija color. El agua dura (Ca, Mg) endurece y produce corrosidad en el producto.
Espárrago	Agua caliente o vapor vivo	3-5 min 1.5-3 min	95-100°C 110°C	Elimina olores fuertes. Facilita el llenado de envases.
Ejote	Agua caliente	1.5-2 min	85°C	Remueve olores. Facilita el llenado y control de peso.
Espinaca	Agua caliente	6 min	80°C	Fija color. Inactiva cloroflase. El tamaño de las hojas indica el grado de desarrollo, que influye en el tiempo.
Camote o betabel.	Vapor vivo	1-3 min	98°C	Inactiva enzimas. Facilita el pelado.
Chile o pimiento.	Agua caliente Vapor vivo Flama directa	5 min 1-4 min 1-4 min	100°C 110-115°C >115°C	Facilita el llenado. Facilita el llenado.
Tomates.	Agua caliente o vapor vivo	1-2 min	95°C	Elimina aire. Agrieta y afloja la piel.
Durazno	Agua caliente o vapor vivo	1-2 min	80°C	Evita oscurecimiento. Facilita la extracción de la pulpa.
Manzana	Vapor vivo	1-2 min	100°C	Evita oscurecimiento. Elimina aire. Facilita la extracción de la pulpa.

FUENE: Aguilar (2012).

ANEXO 2

Tecnología de barreras utilizada para la conservación de frutas y hortalizas Mínimamente procesada.

Matriz Vegetal	Tecnología de barrera	Resultados relevantes	Referencia
Cebolla de rama	Desinfección (Cloruro de sodio 50 ppm, pH 7.0) + atmósferas controladas (0.1–0.2% O ₂ o 0.1–0.2% O ₂ 7.5–9% CO ₂ , balance N ₂) + refrigeración (5°C)	La combinación de los tratamientos permitió conservar la calidad visual de la cebolla mínimamente procesada, otorgándole una vida útil de 2 semanas, además de no reducir la concentración de tiosulfinato	Hong <i>et al.</i> (2000)
Pera	Desinfección (Hipoclorito de sodio 2.7 mM /5 minutos) + inmersión en solución química (lactato de calcio (1%) + ácido ascórbico (2%) + cisteína (0,5%)/5 minutos) + refrigeración (0 °C)	Inhibición de la pérdida de firmeza y reducción del pardeamiento enzimático	Gorny <i>et al.</i> (2001)
Apio	Desinfección (Hipoclorito de sodio 5.25%/30 segundos) + tratamiento térmico (70 °C/60 segundos) + refrigeración (10 °C)	Reducción del pardeamiento enzimático	Loaiza <i>et al.</i> (2002)
Zanahoria	Desinfección (Hipoclorito de sodio (10 ppm/30 minutos) + atmósfera modificada (5% O ₂ , 10% CO ₂ , balance N ₂) + irradiación (0,75 KGy) + refrigeración (5°C)	Reducción de 3 a 4 ciclos logarítmicos en el recuento de mesófilos. Vida útil de 24 días	Cople <i>et al.</i> (2002)
Zanahoria	Irradiación (0.6 KGy) + atmósfera modificada (60% O ₂ , 30% CO ₂ , balance N ₂) + refrigeración (4 °C)	Reducción significativa de la población de <i>E. coli</i> (inoculada)	Lacroix y Lafortune (2004)
Cilantro	Agua acida electrolítica (pH 2.45, ORP 1130 mV, y cloro disponible 16.8 mg/L/5 minutos) + agua ozonizada (5 minutos) + refrigeración (0 °C)	Reducción de la carga inicial de aerobios y de los demás microorganismos. Conservación del aroma típico del cilantro	Wan <i>et al.</i> (2004)

Fuente: Carrasco, (2007).

Matriz vegetal	Tecnología de barrera	Resultados relevantes	Referencia
Zanahoria	Lactato de calcio (15 g/L) + tratamiento térmico (50 °C) + refrigeración (4 °C)	Mantenimiento de las propiedades sensoriales de textura durante el periodo de almacenamiento, gracias a la activación de la enzima relacionada con la textura (PME)	Diana <i>et al.</i> (2005)
Apio	Agua ozonizada (0.18 ppm/5 minutos) + refrigeración (4 °C)	Reducción de la carga microbiana. El tratamiento también logro retardar el metabolismo fisiológico	Zhang <i>et al.</i> (2005)
Lechuga	Lactato de calcio (15 g/L) + tratamiento térmico (50 °C) + refrigeración (4 °C)	Mantenimiento de las propiedades sensoriales de textura durante el periodo de almacenamiento, gracias a la activación de la enzima relacionada con la textura (PME)	Diana <i>et al.</i> (2006)
Kiwi	Tratamiento térmico (45°C/25 minutos) + refrigeración (4°C)	Preservación de la firmeza de los tejidos e incremento del contenido total de sólidos solubles. Vida útil por un periodo de 10 días	Beirão <i>et al.</i> (2006)
Manzana, fresa, melocotón, sandía	Impregnación a vacío (Solución isotónica de glucosa + pulso de vacío de 10 minutos, con una presión de 50 mbar) + refrigeración (5 °C)	Disminución del metabolismo respiratorio	Giraldo (2006)
Mango	Desinfección (Agua clorada 100 ppm/10 minutos) + tratamiento térmico (50°C/30 minutos) + refrigeración (6 °C)	Mantenimiento de la apariencia, color, firmeza, vitamina C, incremento en el contenido de carotenoides y reducción de la tasa de respiración	Djioua <i>et al.</i> (2008)

Fuente: Carrasco, (2007).

Matriz vegetal	Tecnología de barrera	Resultados relevantes	Referencia
Pera	Desinfección (Hipoclorito de sodio 200 μL^{-1} /2 minutos) + recubrimiento comestible (Alginato de sodio, pectina de bajo metoxilo, goma gellan) + refrigeración (4 °C)	Incremento de la resistencia al vapor de agua, reducción del pardeamiento enzimático y del deterioro microbiológico. Vida útil de 14 días	Oms <i>et al.</i> (2008b)
Fresa	Agua caliente (45 °C/15 minutos) + cloruro de calcio (1%) + ácido salicílico (2 mM) + refrigeración (2 °C)	Mantenimiento de las características de firmeza y apariencia, reducción de la pérdida de peso y vitamina C del fruto	Shafiee <i>et al.</i> (2009)
Zanahoria	Desinfección (Hipoclorito de sodio 80 mgL^{-1} /1 minuto) + recubrimiento comestible (Quitosano) + atmósfera modificada (10% O_2 , 10% CO_2 , balance N_2) refrigeración (4 °C)	Prevención del blanqueamiento en la superficie de la zanahoria, mantenimiento de la apariencia, acumulación de compuestos fenólicos	Simões <i>et al.</i> (2009)
Brócoli	Desinfección (Agua clorada 100 μL^{-1} / 3 minutos) + recubrimiento comestible (Quitosano) + tratamiento térmico (50 °C/1.5 minutos) + refrigeración (5 °C)	Reducción de la carga microbiana mesófila, extensión de la vida útil en 11 días	Ansorena <i>et al.</i> (2010)
Lechuga	Recubrimiento comestible (Pectina + gelatina + aceite de orégano) + refrigeración (5 °C)	Disminución de la pérdida de peso y de la tasa de respiración. Reducción del pardeamiento	Patiño <i>et al.</i> (2010)
Melón Galia	Ascorbato de calcio, cloruro de calcio, lactato de calcio (0.15 g Ca g^{-1}) + tratamiento térmico (60°C/1min) + peróxido de hidrogeno (50 mgL^{-1}) + atmósfera modificada (4.5% O_2 , 14.7% CO_2 , balance N_2) + refrigeración (5 °C)	Reducción de tasa de respiración y aumento del contenido de calcio en los tejidos, manteniendo una firmeza mucho mejor con respecto del tratamiento control. Las tres sales de calcio potencializaron el efecto del peróxido manteniendo la calidad del melón durante el tiempo de almacenamiento. Aumento de la actividad de las enzimas (PG y PME)	Silveira <i>et al.</i> (2011)

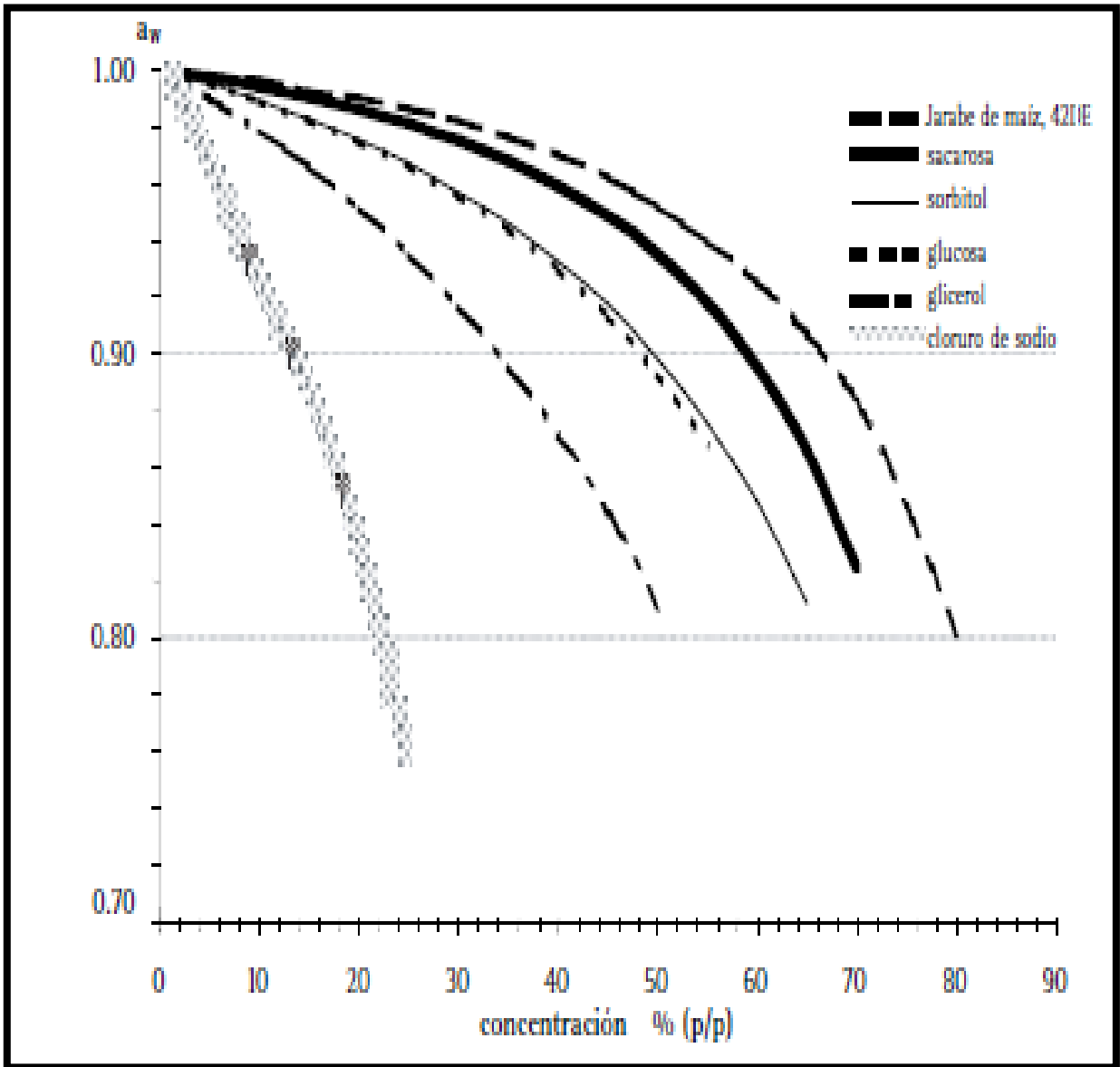
Fuente: Carrasco, (2007).

Matriz vegetal	Tecnología de barrera	Resultados relevantes	Referencia
Brócoli	Desinfección (Agua clorada 100 µL/L/3 minutos) + recubrimiento comestible (Quitosano) + refrigeración (5 °C)	Inhibición del crecimiento de coliformes totales, aerobios mesófilos y de microorganismos psicrótrofos. Efecto bactericida contra <i>E. coli</i>	Moreira <i>et al.</i> (2011)
Zanahoria	Desinfección (Agua clorada 200 mg/L /1 min) + tratamiento térmico (100 °C/45 segundos) + refrigeración (0°C), agua clorada (200 mg/L /1 min) + radiación UV-C (λ 254 nm, Tiempo de exposición 2 minutos, dosis 0.78 ± 0.36 kJ/m ²) + refrigeración (0°C)	Aumento en el contenido de fenoles y carotenoides, reducción de la actividad de la enzima polifenol-oxidasa, control microbiológico y reducción de la actividad metabólica	Alegria <i>et al.</i> (2012)
Frijoles	Ácido cítrico + irradiación + refrigeración	Reducción de la carga microbiana, mantenimiento de la firmeza	Gupta <i>et al.</i> (2012)
Durazno	Desinfección (Ácido hipocloroso 200 ppm/2 minutos) + inmersión en solución química (Ácido ascórbico (1%) + ácido cítrico (1%) + alta presión hidrostática (500 Mpa/5 minutos) + refrigeración (10 °C)	Reduciendo del pardeamiento enzimático y de los procesos que conducen al ablandamiento	Denoya <i>et al.</i> (2012)
Papaya	Desinfección (Hipoclorito de sodio 150 ppm/1 minuto) + recubrimiento comestible (Aplicación capa por capa quitosano (antimicrobiano) + pectina + cloruro de calcio) + refrigeración (4 °C)	Inhibición de microorganismos aerobios, psicrótrofos, hongos y levaduras. Mantenimiento de la calidad fisicoquímica. Vida útil de 15 días	Brasil <i>et al.</i> (2012)
Brócoli	Agua acida electrolítica (100 mgL ⁻¹ cloro libre; 5 °C pH 7 ± 0.1; potencial oxidoreducción = 900 mV) + luz ultravioleta (6.0 kJ UV-C cm ⁻²) + oxígeno Superatmosférico (90-Kpa O ₂) + refrigeración (5°C)	Reducción de la carga microbiana. Vida útil de 19 días	Martínez <i>et al.</i> (2013)

Fuente: Carrasco, (2007)

ANEXO 3

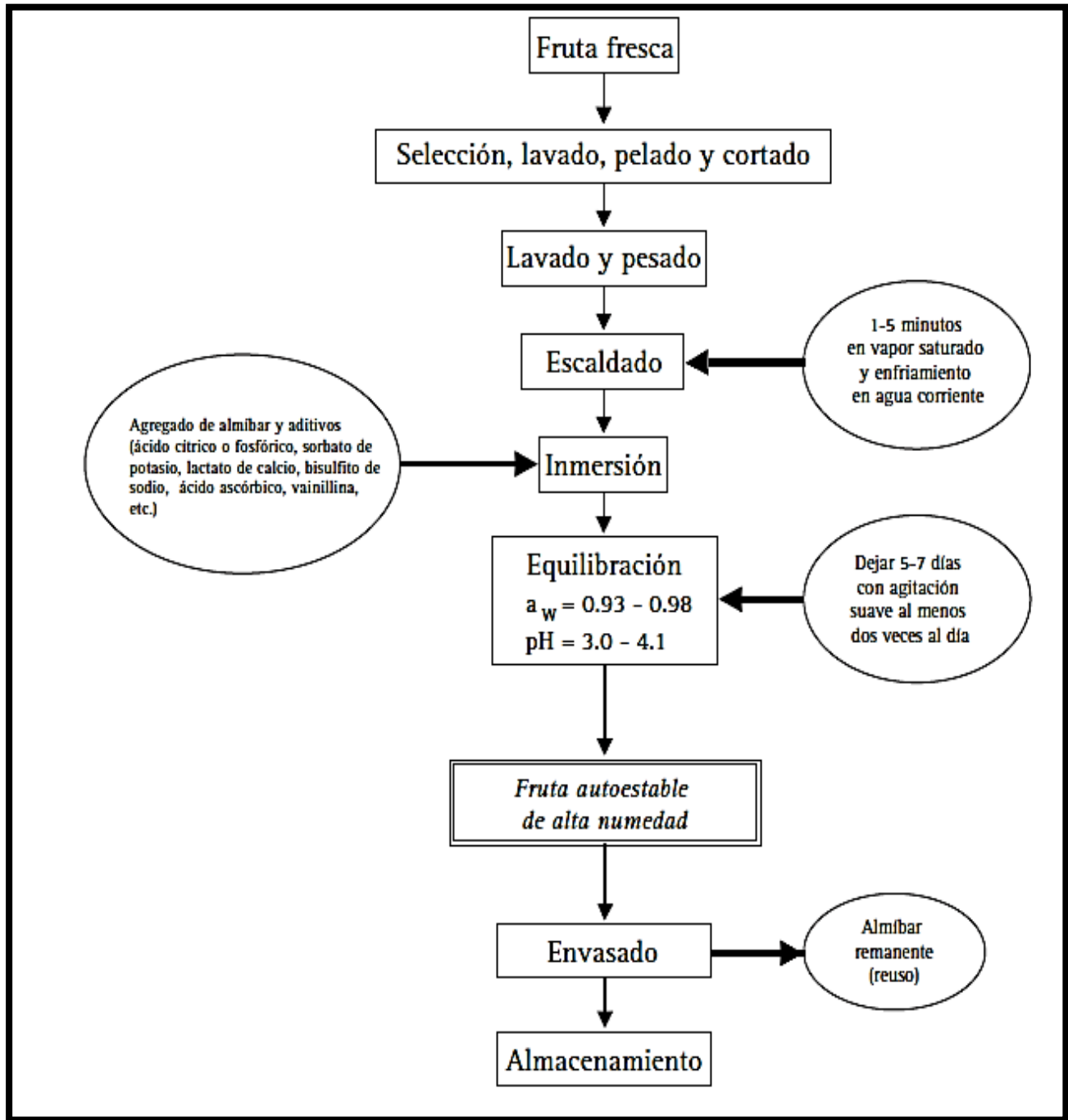
Figura 1: Actividad de agua en función de la concentración de soluciones de soluto comúnmente utilizados en la formulación de alimentos de alta humedad y de humedad intermedia.



FUENTE: MEJÍA, (2005).

ANEXO 4

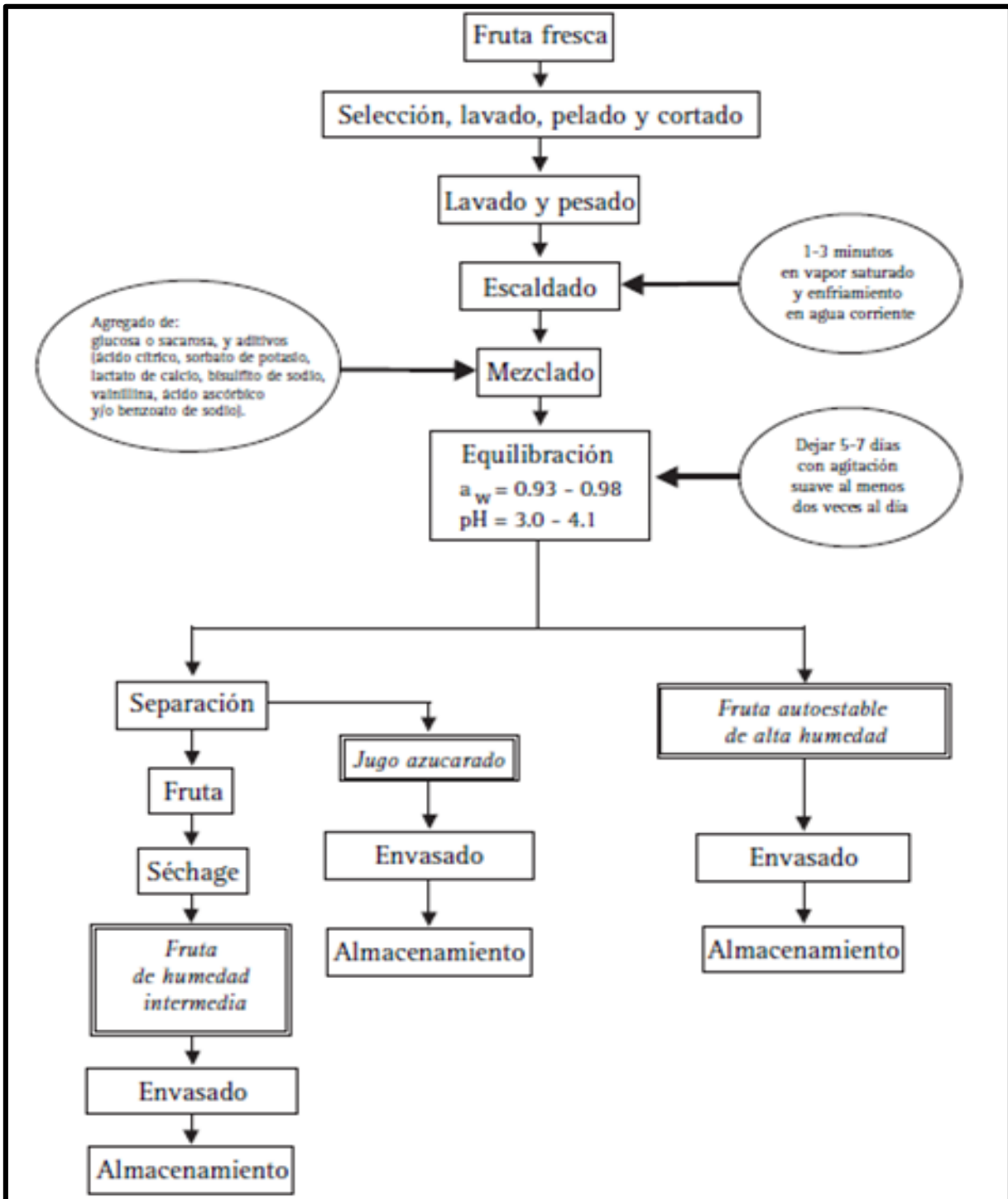
Figura 2: Diagrama de flujo para la producción de fruta de alta humedad autoestable (infusión humedad).



FUENTE: Mejía, (2005).

ANEXO 5

Figura 3: diagrama de flujo para la producción de fruta autoestable de alta humedad (infusión seca) y de humedad intermedia.



FUENTE: Mejía, (2005).

ANEXO 6

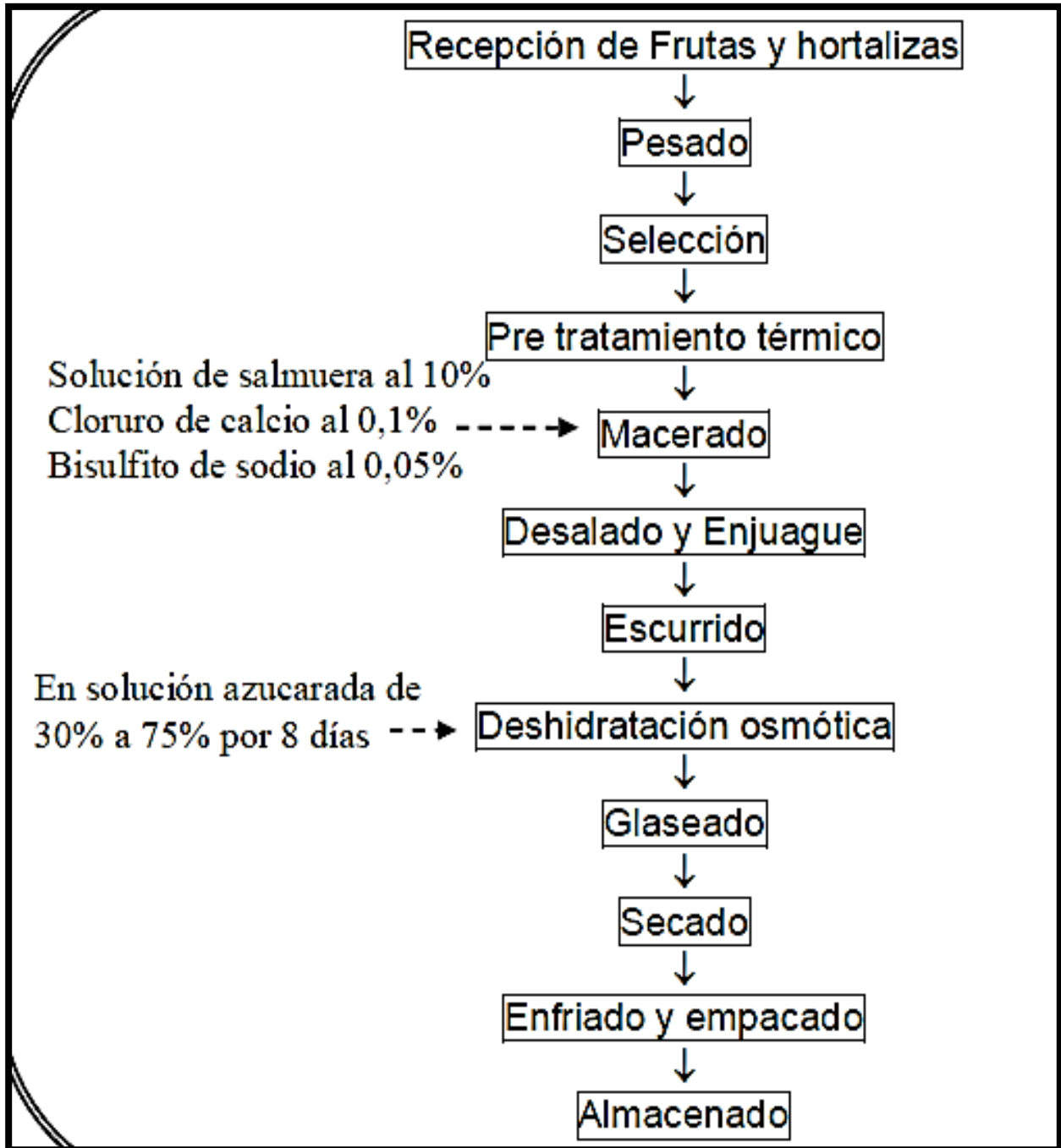
Participación de la exportación de las principales hortalizas y frutas en la
AGROEXPORTACION - PERÚ

RUBRO	Valor (Miles US \$)	Participación (%)
TOTAL EXPORTACIÓN	782 605,00	100,00
HORTALIZAS Y FRUTAS	264 299,25	33,77
HORTALIZAS:	197 077,00	25,18
Hortalizas frescas	79 388,14	10,14
Hortalizas procesadas	117 689,72	15,04
FRUTAS:	67 221,39	8,59
Frutas frescas	51 790,13	6,62
Frutas procesadas	15 431,26	1,97
FUENTE: ADUANAS (2010)		

ANEXO 7

Línea de frutas y hortalizas desecadas.

Diagrama de flujo propuesto para la deshidratación de frutas y hortalizas por métodos combinados.



FUENTE: <http://www.tecno-point.com>

ANEXO 8

Principales causas de deterioro en frutas y hortalizas.

Factores de deterioro.	causa	
<p>Biológico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plagas (insectos, roedores, pájaros) <p>Microbiológico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hongos, bacterias <p>Fisiológico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Respiración. • Producción de etileno • Crecimiento, desarrollo • Maduración y pérdida de agua. 	<p>BPM inadecuadas Controles inadecuados.</p> <p>Calor</p> <p>Medio ambiente (temperatura, gas) Tiempo Embalaje, HR, velocidad del aire. Desordenes</p>	<p>Factores biológicos de deterioro</p> <p>Plagas como insectos, roedores y pájaros se identifican con frecuencia como causa del deterioro biológico de producto. La presencia de plaga y/o sus excrementos son motivos de alarma. Pueden dar como resultados productos desagradables a la vista y pueden provocar un importante riesgo para la seguridad alimentaria.</p>
<p>Químico/bioquímico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enzimático • Oxidación • Cambios no enzimáticos • Oxidación a la luz 	<p>Manipulación/ golpes Oxígeno Embalaje, composición, calor embalaje</p>	<p>También pueden provocar daño en superficie de frutas y hortalizas, haciéndolas más susceptibles a la invasión por microorganismo que pueden fomentar pudriciones del producto y/o producir enfermedades en el consumidor</p>
<p>Físico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Machucones, aplastamiento • Marchitamiento • Cambios de textura • Cambio de humedad 	<p>Manipulación, embalaje Humedad reativa, embalaje Medio ambiente</p>	<p>Algunos microorganismos patógenos, provocarán enfermedades en aquellos que consuma el producto si se encuentran presentes e alimentos en cantidad suficiente. En general, frutas y hortalizas oponen una considerable resistencia a la actividad microbiana.</p>

FUENTE: BPA (buenas prácticas agrícolas), 2005- www.virtual.unal.edu.com

GLOSARIO

Aditivos: Sustancias que se agregan a diferentes tipos de alimentos y bebidas, los cuales intensifican sus propiedades de aroma, color o sabor; además de aumentar su conservación.

Aw: Es el contenido de agua libre de cada alimento, para el desarrollo de ciertos microorganismos.

Bórax: Sustancia que proviene de las sales o ésteres del ácido bórico o de sus productos de deshidratación, y existe en la naturaleza como especie mineral.

Concentrado: Método de conservación en el cual se disminuye el agua del alimento a tal grado, que la Aw es mínima y por tanto, se evita el desarrollo de microorganismos.

Cocción: El objetivo principal de este método es que el alimento sea comestible, agradable a la vista y que sea preparado a una temperatura correcta para mejorar sus características organolépticas, cuidando estrictamente la relación tiempo-temperatura.

Escaldado: Etapa muy empleada en las industrias alimentarias. En este caso el principal objetivo consiste en la inactivación de enzimas y se suele realizar como etapa previa a procesos de congelación. Por ejemplo, si se realizase la congelación de verduras El tiempo necesario para el escaldado varía entre 30 segundos y dos o tres minutos.

FAH: infusión húmeda a temperatura ambiente.

FHI: infusión seca estable a temperatura ambiente.

Irradiación: Es la utilización de ciertos radiactivos electromagnéticos, conocidos como rayos gamma, que son extremadamente eficientes para la eliminación de bacterias y microorganismos.

Liofilización o crio-deshidratación: Es una variante de los métodos de conservación por reducción del contenido de agua y eliminación de calor.

Palatabilidad: “Cualidad de ser grato un alimento al paladar”.

Pasteurización: “Tratamiento térmico al que se someten los productos, consistente en una adecuada relación de temperatura y tiempo que garantice la destrucción de organismos patógenos y la inactivación de enzimas de algunos alimentos”.

Rango de prevención: Se produce en un rango mayor a los 60°C y hasta los 74°C, donde las temperaturas de calentamiento previenen que crezcan y proliferen los microorganismos, pero se permite la supervivencia de algunos.

Revestimiento: Garantiza la esterilización y la conservación del producto.

Vida de anaquel: “Tiempo que un alimento o producto puede permanecer en condiciones normales de almacenamiento sin que sufra cambios físicos o químicos que provoquen rechazo del consumidor”.

Vida útil: Periodo de tiempo que posee un producto en buen estado para ser consumido sin ocasionar daños a la salud.