UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BASICAS TECNOLOGIA E INGENIERIA
PROGRAMA INGENIERIA DE ALIMENTOS

301107 – TECNOLOGIA DE FRUTAS Y HORTALIZAS

RUTH ISABEL RAMIREZ ACERO
(Director Nacional)

GOLDA MEYER TORRES V.
Acreditador

Duitama
Julio de 2009

INDICE DE CONTENIDO

UNIDAD1. ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE LOS VEGETALES

Introducción

Capitulo 1. Estructura y Composición

Lección 1. Tejidos vegetales 12
Lección 2. Tejido epidérmico y Tejido vascular 17
Lección 3. Definición y clasificación de las frutas y hortalizas 20
Lección 4. Composición química y valor nutricional de frutas y hortalizas 27
Lección 5. Vitaminas, mineralesy compuestos volátiles 32

Capitulo 2. Características fisicoquímicas y sensoriales

Lección 6. Madurez 38
Lección 7. Transformaciones químicas durante la maduración 43
Lección 8 Procesos de respiración 49
Lección 9. Componentes de la calidad en frutas y hortalizas. Parámetros F. 53
Lección 10. Parámetros Químicos y valor nutricionales 59

Capitulo 3. Métodos de conservación

Lección 11. Métodos físicos de conservación 64
Lección 12 Conservación por frio 72
Lección 13 Irradiación 82
Lección 14. Atmósferas controladas y modificadas 87
Lección 15. Métodos depresores de la Aw y Tratamientos Químicos 96

UNIDAD DIDACTICA 2.

TECNOLOGIA DE PRODUCTOS CONCENTRADOS

Introducción

Capitulo 4. Pulpas, Jugos y Néctares.

Lección 16 Maquinaría y equipos 110
Lección 17 Pulpas y jugos 115
Lección 18 Néctares. 127
Lección 19 Estandarización y formulación de ingredientes 130
Lección 20 Concentración y conservación de jugos 132

Capitulo 5. Materias primas para la elaboración de concentrados

Lección 21 Frutas 138
Lección 22 Edulcorantes, ácidos y conservantes 144
Lección 23 Pectina 148
Lección 24 Clase o grado de la pectina poder gelificante 152
Lección 25 Interacción entre los componentes del gel 159

Capitulo 6. Elaboración de mermeladas, Bocadillos y frutas en conservas

Lección 26 Mermeladas 164
Lección 27 Formulación de mermeladas y jaleas 176
Lección 28 Equipos y control de calidad 187
Lección 29 Pasta de Bocadillo 195
Lección 30 Fruta en almíbar 201

BIBLIOGRAFIA

UNIDAD DIDACTICA 3

TECNOLOGIA DE PRODUCTOS VEGETALES.

Introducción

Capitulo 7. Productos de la IV Gama

Lección 31 Fundamentación. 209
Lección 32 Productos para la IV Gama 212
Lección 33 Materias Primas y Cadena de frio en hortalizas IV Gama 213
Lección 34 Diagrama de proceso hortalizas de la Gama IV 217
Lección 35 Descripción del proceso II 221

Capitulo 8. Deshidratados y conservas

Lección 36 Deshidratación osmótica 228
Lección 37 Línea general para deshidratación osmótica 233
Lección 38 Descripción proceso de deshidratación 234
Lección 39 Conservas vegetales 240
Lección 40 Descripción proceso 241

Capitulo 9. Aditivos y Empaques

Lección 41 Aditivos y coadyudantes 245
Lección 42 Mejoradores de las propiedades sensoriales 249
Lección 43 Empaque para frutas y hortalizas 255
Lección 44 Empaque para producto procesado. 262
Lección 45 Uso de empaques dinámicos 266

BIBLIOGRAFIA

LISTADO DE TABLAS

1 Tejidos vegetales y su clasificación
2 Clasificación de las frutas
3 Clasificación taxonómica de las hortalizas
4 Componentes característicos del aroma
5 Cambios que pueden acaecer durante la maduración de Frutos carnosos.
6 Condiciones de la maduración controlada
7 Ejemplos de frutos climatéricos y no climatéricos
8 Objetivos del escaldado.
9 Técnicas de preenfriamiento de frutas y hortalizas
10 Especies preenfriadas con hielo
11 Especies preenfriadas por vació
12 Ventajas y desventajas del uso de AC y AM
13 Antimicrobianos y antifungicos
14 Maquinaría y equipos para despulpado
15 Maquinaría y equipo para escaldado
16 Maquinaría de clasificación de frutas y hortalizas
17 Envasadora para frutas y hortalizas
18 Características fisicoquímicas de frutas
19 Porcentaje de Jugo y Sólidos solubles en el Nectar
20 Contenido de pectina de alguna frutas
21 Clasificación de los vegetales según su pH
22 Características de materias primas vegetales
23 Ácidos predominantes en algunas frutas
24 Proporción de azucares invertidos en mermeladas
25 Relación de S.S y pH en geles
26 Punto de elevación de mermeladas o jarabes
27 Determinaciones de control de calidad
28 Contenido en 100 gr de guayaba
29 Comparación del sabor dulce y solubilidad
30 Osmosicidad de soluto
31 Condiciones para la deshidratación osmótica
32 Aditivos de Conservación
33 Aditivos Mejoradores de Las Propiedades Sensoriales
34 Variables a Controlar en empaques

LISTADO DE GRÁFICOS Y FIGURAS

1 Capas de la pared celular
2 Esquema de las células parénquimaticas
3 Esquema de células colenquima en corte transv.
4 Esclerenquima
5 Vasos del xilema
6 Células del floema
7 Estructura general del fruto.
8 Relación del contenido de azúcar y la maduración
9 Evolución de los ácidos orgánicos.
10 Calidad organoléptica de fruto en función de su madurez
11 Comportamiento fisiológico de la respiración y maduración en frutos climatéricos
12 Inmersión de una solución en yodo
13 Métodos de conservación de frutas y hortalizas
14 Vegetales irradiados y sin irradiar
15 Vegetales irradiados y sin irradiar
16 Velocidad de alteración de los alimentos en función de la Actividad acuosa.
17 Cloración del agua para frutas y hortalizas
18 Intervalos de temperatura y pH
19 Zona de óptima gelificación
20 Cadena de frió
21 Reducción % de peso en función del tiempo

INTRODUCCION

Las frutas y hortalizas representan un renglón prioritario en el desarrollo del país. Y son de gran importancia en la alimentación del hombre por los componentes orgánicos e inorgánicos que aporta para el crecimiento y desarrollo.

La ciencia y tecnología nos permite transformar, conservar y almacenar las materias primas para darle un valor agregado y así poder aprovecharla en pro del desarrollo industrial.

De acuerdo a lo anterior el curso de tecnología de frutas y hortalizas, es un elemento importante dentro del conjunto de materias que forman el perfil profesional de quienes estudian el campo de los alimentos. Debe integrar la tecnología como factor esencial para la innovación y el diseño de procesos que tienen como finalidad la transformación y elaboración de productos. Para poder realizar estas transformaciones el estudiante debe incorporar en su proceso la química como una disciplina que abarca la aplicabilidad de la ciencia de los alimentos para obtener una mejor óptica del comportamiento bioquímica del tejido vegetal, sus cambios físicos y químicos que le dan características especiales a los productos obtenidos.

El curso académico de tecnología de frutas y hortalizas esta compuesto por tres unidades que direcciona al estudiante a conocer y caracterizar las materias primas y abordar temas como procesos, conservación y almacenamiento entre otros.

En la primera unidad didáctica. Estructura y composición de los vegetales. Esta unidad desarrolla temas de composición química y valor nutricional de las materias primas utilizadas en frutas y hortalizas. También se estudian las características físico-químicas y sensoriales; parámetros indispensables a tener en cuenta en las transformaciones tecnológicas.

Las frutas y hortalizas son organismos vivos y desde su recolección inician un proceso de deterioro, el capitulo tres nos proporciona información para

seleccionar y determinar el método adecuado de conservación de las frutas y hortalizas que se estén procesando.

La segunda unidad didáctica: Tecnología de productos concentrados. En los capítulos de esta unidad se manejan los temas de pulpas, jugos, néctares, productos concentrados y frutas en conserva. Tema de interés es la fundamentación tecnológicas de las materias primas utilizadas para la elaboración de productos. En cada una de ellas se conoce su composición, estructura y función. También se conocen Las líneas de proceso con las variables y puntos de control a tener en cuenta en cada una de las etapas. Se evalúa tecnológicamente las posibles causas de los defectos de productos terminados.

La unidad didáctica tres contiene: En el primer capitulo. Productos de la IV gama o mínimamente procesados. Se pretende dar a conocer como realizar el proceso de selección, cortado, lavado y envasado de frutas y hortalizas teniendo en cuenta que estos son alimentos frescos que mantienen su propiedades naturales y están listos para ser consumidos.

En el capitulo dos: Deshidratación y conservas. El objetivo de este tema es dar a conocer los parámetros tecnológicos para la disminución de agua en frutas y hortalizas permitiendo la conservación de los alimentos. El estudiante evaluara la importancia de la deshidratación en los alimentos, las ventajas y desventaja de utilizar este método. Se explica La línea para deshidratación osmótica en cada una de las etapas.

En el tercer capitulo: Aditivos y envases. Se realizo una clasificación de los aditivos. Aditivos de conservación, Aditivos mejoradores de las propiedades sensoriales y Auxiliares tecnológicos de fabricación.

El principal objetivo del empaque de alimentos es proteger los productos del daño mecánico y de la contaminación química, microbiana y del oxígeno, el vapor de agua y la luz, en algunos casos. El tipo de empaque utilizado para este fin juega un papel importante en la vida del producto, brindando una barrera simple a la influencia de factores, tanto internos como externos. Este tema es tratado en el capitulo tercero.

Señor estudiante en cada uno de los capítulos usted va a encontrar unas actividades iníciales y finales. Tenga en cuenta que estas actividades fortalecen su proceso, realícelas y evalué su conocimiento.

UNIDAD DIDACTICA 1. ESTRUCTURA Y COMPOSICION DEL TEJIDO VEGETAL

Nombre de la Unidad	Estructura y composición del tejido vegetal
Introducción	Tanto las frutas como las hortalizas son de origen vegetal, y por tanto poseen la misma conformación celular. La diferencia radica en su clasificación y definición y las formas de consumo. Las frutas y hortalizas son alimentos esenciales en la dieta del hombre, debido que son fuente de elementos importantes para la nutrición con el aporte de vitaminas y minerales en cantidades que cubren los requerimientos diarios en comparación con otras fuentes de alimentos. Las frutas ofrecen una marcada ventaja sobre las hortalizas; ya que estas son aptas para el consumo en estado crudo mientras que las hortalizas en su gran mayoría se tienen que someter a procesos térmicos para poderlas consumir y esto hace que algunos de sus a aportes nutricionales se pierdan. Para evitar tales pérdidas, se tiene que conocer en primera instancia la morfología del tejido vegetal y primordialmente la composición química de estos vegetales, para así poder determinar el proceso más adecuado para evitar la pérdida de componentes nutricionales y organolépticos que afectan al producto final. En esta unidad didáctica, se presentan en el capitulo uno, un resumen detallado de la morfología de los tejidos vegetales y la composición química de las frutas y hortalizas, éste último tema de relevancia en el curso de Tecnología de frutas y hortalizas, porque de estos conceptos básicos dependerá la comprensión de las unidades didácticas siguientes. En la segunda unidad, comprende lo relacionado con las características organolépticas de frutas y verduras y los procesos fisiológicos que dan lugar a la formación de las características finales en cuento a su calidad y madurez fisiológica y comercial. En el capitulo tres se trata lo relacionado con los métodos de conservación a que son sometidos los vegetales procesados y mínimamente procesados y se han clasificados de acuerdo a sus fundamentos en físicos y químicos y dentro de cada uno de ellos, los métodos más empleados en frutas y hortalizas.
	• Presentar al estudiante en forma clara y precisa los conceptos básicos de la fisiología vegetal. • Proporcionar conceptos específicos y concretos de la composición de las

Intencionalidades Formativas	frutas y hortalizas • describir los procesos de maduración y respiración en frutas y hortalizas como responsables de la formación de las características organolépticas de estos vegetales. • Identificar los principales métodos de conservación aplicados a la industria de las frutas y hortalizas, caracterizando cada uno de los métodos.
CAPITULO 1	**Estructura y Composición**
Lección 1	Tejidos vegetales
Lección 2	Tejido epidérmico y Tejido vascular
Lección 3	Definición y clasificación de las frutas y hortalizas
Lección 4	Composición química y valor nutricional de frutas y hortalizas
Lección 5	Vitaminas, minerales y compuestos volátiles
CAPITULO 2	**Características fisicoquímicas y sensoriales**
Lección 6	Madurez
Lección 7	Transformaciones químicas durante la maduración
Lección 8	Procesos de respiración
Lección 9	Componentes de la calidad en frutas y hortalizas. Parámetros físicos
Lección 10	Parámetros Químicos y valor nutricionales
CAPITULO 3	**Métodos de conservación**
Lección 11	Métodos físicos de conservación
Lección 12	Conservación por frio
Lección 13	Irradiación
Lección 14	Atmósferas controladas y modificadas
Lección 15	Métodos depresores de la Aw y Tratamientos Químicos

CAPITULO 1. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN

Actividad Inicial.
Actividad de reconocimiento

Señor estudiante de acuerdo a sus experiencias previas y/o conocimientos conteste:

Porque es importante conocer la estructura, composición física y química de las frutas y hortalizas en los proceso tecnológicos.

Lección 1. Tejidos vegetales

Las células vegetales están rodeadas por una pared celular que es la característica más importante que diferencia la célula vegetal de la animal. Le confiere la forma a la célula y le da la textura a cada tejido, siendo el componente que le otorga protección y sostén a la planta. Su principal componente estructural es la celulosa, entre un 20-40%, las cadenas de celulosa se agrupan en haces paralelos o microfibrillas de 10 a 25 nm de espesor. Esta estructura es tan sólida como la del concreto reforzado. La hemicelulosa y la pectina contribuyen a unir las microfibrillas de celulosa, al ser altamente hidrófilas contribuyen a mantener la hidratación de las paredes jóvenes. Entre las sustancias que se incrustan en la pared se encuentra la lignina, molécula compleja que le otorga rigidez. Otras sustancias incrustantes como la cutina y suberina tornan impermeables las paredes celulares, especialmente aquellas expuestas al aire.

En la pared celular se puede reconocer como mínimo tres capas (Fig. 1): laminilla media, pared primaria y pared secundaria, difieren en la ordenación de las fibrillas de celulosa y en la proporción de sus constituyentes. Durante la división celular las dos células hijas quedan unidas por la laminilla media, a partir de la cual se forman las sucesivas capas de pared, de afuera hacia adentro.

La laminilla media está formada por sustancias pépticas y es difícil de observar con microscopio óptico. La pared primaria se encuentra en células jóvenes y áreas en activo crecimiento, por ser relativamente fina y flexible, en parte por presencia de sustancias pépticas y por la disposición desordenada de las microfibrillas de celulosa. La pared secundaria aparece sobre las paredes primarias, hacia el interior de la célula, se forma cuando la célula ha detenido su crecimiento y elongación. Se la encuentra en células asociadas al sostén y conducción, donde el protoplasma muere a la madurez.

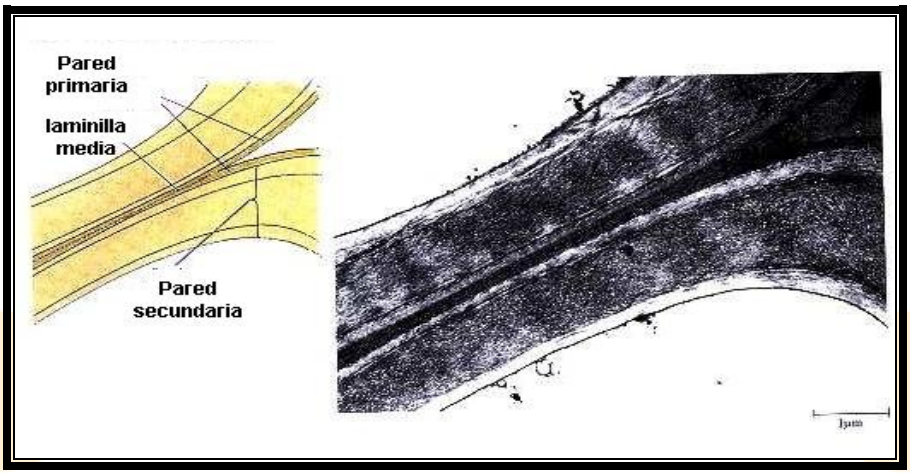


Fig. 1. Capas de la pared celular

La forma, tamaño y cohesividad son fundamentales en la textura y propiedades físicas de las frutas y verduras determinadas por los diferentes tipos de tejidos y células que conforman la planta como son: epidermis, parénquima, colénquima. Esclerénquima. Xilema, floema, tejidos laticíferos, células glandulares.

Los factores que determinan la textura de la célula son: la turgencia de las células vivas, su forma y tamaño, su cohesividad, la presentación de tejidos de sostén y la composición de la planta.

La turgencia es la presión que los contenidos de la célula ejercen sobre la pared celular parcialmente elástica esto es denominada presión osmótica y se genera dentro de la savia celular, produciendo rigidez. Si la fuerza interna hace que el protoplasma se presioné contra la pared celular el tejido se mantiene firme o turgente, pero no hay turgencia si en su interior hay perdida o disminución en el volumen de agua entonces la célula viva se vuelve flácida y blanda debido al proceso de plasmólisis, dando como resultado órganos vegetales marchitos. Si por el contrario en el interior el volumen es superior a los límites de la elasticidad de la pared celular, esta se rompe y se pierde la rigidez. Estos fenómenos se observan durante el procesamiento y acondicionamiento de las frutas y verduras.

El cuerpo de los vegetales está constituido por dos tipos de tejidos:

- Meristemas o tejidos embrionales (derivados del embrión).
- Tejidos adultos: Dichos tejidos se hallan formados por células iguales (tejidos simples) o por agrupaciones de células diversas (tejidos complejos).

Tabla 1. Tejidos vegetales su clasificación

Tipo de tejido	Clasificación	Clase de tejido	Función
Meristema o tejidos embrionales		Meristema	crecimiento por división celular
Tejidos adultos	Tejidos fundamental	Parénquima	de relleno, fotosintético, reserva, etc.
		Colénquima	sostén en órganos en crecimiento
		Esclerénquima	sostén
	Tejido epidérmico	Epidermis	protección de partes verdes
		Súber	protección de partes adultas
	Tejido vascular	Xilema	transporte de agua y sales
		Floema	transporte de productos fotosintéticos

- **Meristemas**

El meristema podría definirse como la región donde ocurre la mitosis, un tipo de división celular por la cual de una célula inicial se forman dos células hijas, con las mismas características y número cromosómico que la original. Histológicamente este tejido embrionario está constituido por células de paredes primarias delgadas, con citoplasma denso y núcleo grande, sin plastidios desarrollados.

Los meristemas pueden estar presentes en los extremos de raíces y tallos, conocido como meristemas apicales, responsables del crecimiento primario de la planta. Los meristemas laterales o secundarios aparecen posteriormente, cuando la planta ha completado el crecimiento primario en longitud y desarrollará el crecimiento secundario. El cámbium y el felógeno son los dos meristemas secundarios, se localizan en forma cilíndrica a todo lo largo de planta. El cámbium forma xilema y floema secundario o leño de los árboles, y el felógeno es el que forma la peridermis, comúnmente llamada corteza.

- **Tejidos adultos**

Las plantas tienen tres tipos básicos de tejidos:

1. **Tejido fundamental**. Comprende la parte principal del cuerpo de la

Planta. Las células parenquimáticas (las más abundantes), colenquimáticas y esclerenquimáticas constituyen los tejidos fundamentales.

- **Parénquima**

Principal tejido en el tiene lugar la actividad metabólica, representa la mayor parte de la estructura blanda y comestible de las frutas y verduras. La célula parenquimatosa se caracteriza por su gran tamaño, su pared celular es muy definida y tiene un amplio espacio ocupado por la vacuola. Las células de las plantas jóvenes están compuestas por fibrillas de celulosa unidad por sustancias cementantes que representan compuestos pécticos. Al avanzar la edad se van depositando ligninas y otras sustancias que hacen que la pared celular sea dura y lignificada, produciendo perdidas en las características de los alimentos.

Es un tejido simple de poca especialización, formado por células vivas en la madurez, que conservan su capacidad de dividirse. Cumplen diversas funciones, de acuerdo a la posición que ocupan en la planta, presentando formas y contenidos celulares acordes.

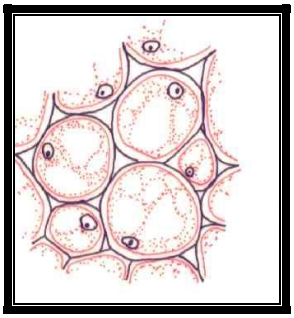


Fig. 2: Esquema de las células parenquimáticas

Dentro de este tejido parenquimático existe una subdivisión: Clorofiliano; realiza la fotosíntesis, en hojas y tallo verdes. El parénquima en empalizada está formado por células alargadas, ubicadas debajo del tejido epidérmico de las hojas. El parénquima esponjoso o lagunoso se encuentra debajo del parénquima en empalizada, y se especializa además de la fotosíntesis en el intercambio gaseoso.

Reservarte: especializado en acumular sustancias de reserva, almidón, lípidos, proteínas. Común en raíces, bulbos, rizomas, tubérculos y semillas.

- **Colénquima**

Colénquima o tejido de sostén. Las células del colénquima constituyen el tejido de sostén de plantas jóvenes y herbáceas. Son células vivas a la madurez, poseen paredes primarias más ensanchadas en algunas zonas. De acuerdo a la forma de las células y la ubicación del engrosamiento de las paredes se reconocen varios tipos de colénquima: angular, tangencial y lacunar. Se encuentran generalmente debajo de la epidermis en tallos y hojas de Dicotiledóneas, especialmente en rincones angulares de los tallos. Las células se encuentran debajo de la epidermis en forma de una serie de células agrupadas longitudinalmente en varis órganos de las plantas como pecíolos, tallos y hojas. Las células son alargadas y están colocadas en el eje longitudinal del tejido mostrando engrosamiento de la pared celular. Este engrosamiento es particularmente notorio en el material fresco, se caracteriza por un alto contenido de pectina y hemicelulosa y bajo contenido de celulosa (inferior al 20% en base seca). Esta composición le da al tejido plasticidad, haciéndolo resistente a acciones mecánica como la tensión y la masticación.

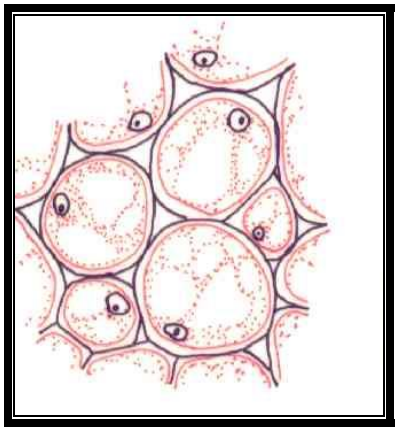


Fig. 3. Esquema de células de colénquima en corte transversal.

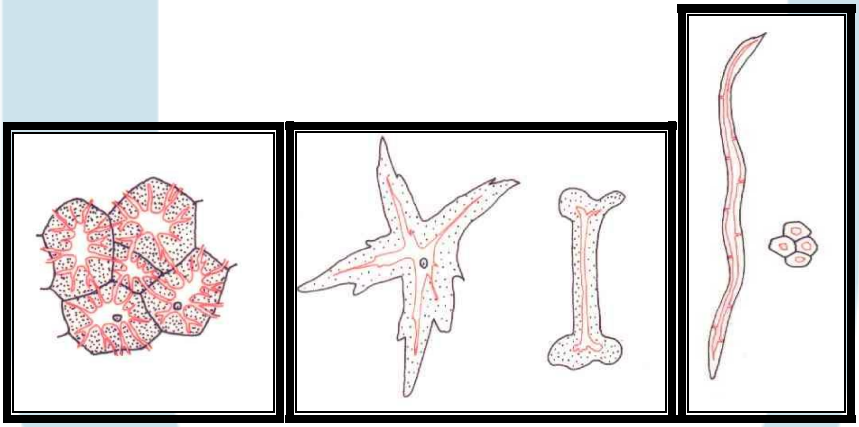
- **Esclerénquima**

Tejido caracterizado por células de paredes celulares secundarias gruesas, lignificadas, uniformemente engrosadas, con un contenido de celulosa entre el 60

al 80% en base seca y de 1 a 30% de lignina. Su función principal es el de servir como sostén de los órganos vegetales. El esclerénquima está formado por dos tipos de células.

- Fibras: células alargadas, puntiagudas, estrechas. A menudo se encuentran unidas en un manojo, desarrolladas en forma de heces o capas longitudinales con sus extremos entrabados en los extremos de otras fibras, permanecen inalteradas después de la cocción y dan origen a una fibrosidad característica en la textura de productos como espárragos y habichuelas.
- Esclereidas: se encuentran en estructuras duras como la corteza de las nueces, en leguminosas y semillas son tejidos que resisten a la cocción, ayudan a la fijación de las cualidades de textura en las frutas y verduras. Cuando la esclereida está dispersa da firmeza a las hojas y pulpa de las frutas. son células cortas de diversas formas: las braquiesclereidas son más o menos isodiamétricas (forman las estructuras arenosas como la pera); macrosclereidas con formas de varilla, osteosclereidas, con forma de hueso, junto a las anteriores son comunes en cubiertas seminales; astroesclereidas, con formas estrelladas y ramificadas (en pecíolos y hojas).

Figura 4. A la derecha esquema de braquisclereidas de pera. Al centro esquema de las astroesclereidas del pecíolo de una planta acuática y macrosclereidas del la cubierta seminal de la arveja. A la izquierda esquema de las fibras, en vista longitudinal y en corte transversal



Lección 2. Tejido Epidérmico y vascular

Cubre las superficies externas de las plantas herbáceas, está compuesto por células epidérmicas fuertemente unidas que secretan una capa formada por cutina

y ceras llamada cutícula que impide la pérdida de agua. En él se pueden observar estomas, tricomas y otro tipo de especializaciones.

La epidermis o tejido protector es la cubierta protectora externa de la planta denominada también piel o cáscara. Protege de daños mecánicos, microorganismos patógenos, penetración de químicos, pérdida de humedad, efecto de temperaturas externas, volatilización de compuestos aromáticos. Las paredes del tejido protector. La paredes son engrosadas e impregnadas de materiales grasos como ceras y cutina, algunas células de la epidermis desarrollan prolongaciones en forma de cabello denominadas tricomas. Algunas frutas y verduras subterráneas están protegidas por una delgada capa de corcho cuyas células se encuentran impregnadas de una sustancia grasosa llamada suberina. El proceso de transpiración, respiración y maduración de los productos lo realizan los estomas, permiten el intercambio de gases con el aire circundante.

Los estomas son sustituidos por los lencitelos cuando los órganos son recubiertos por la capa de corcho y estos poros semejan grietas que separan las células de corcho. En los cítricos la parte externa de la cáscara se denomina flavedo, contiene sáculos o glóbulos de aceite constituido por sustancias odoríferas denominadas esencias.

La epidermis es un tejido complejo formado por varios tipos de células:

- Células epidérmicas propiamente dichas: son células vivas, alargadas en el mismo sentido de la lámina foliar, en vista superficial las paredes pueden ser onduladas o rectas.
- Aparatos estomáticos: son pares de células especializadas en el intercambio gaseoso con el medio ambiente, a la vez que se encargan de regular la transpiración. Cada estoma está constituido por un par de células de forma arriñonada llamadas células oclusivas; poseen núcleo y orgánulos celulares como cloroplastos. Entre las dos células oclusivas hay un pequeño orificio llamado ostíolo. El estoma puede estar rodeado de células anexas, cuya cantidad y disposición determina el tipo de aparato estomático.
- Idioblastos: células con cristales, sílice, mucílagos, gomas, células buliformes (encargadas de enrollar las hojas de Gramíneas ante la pérdida de agua), esclereidas en la epidermis de semillas, etc.
- Tricomas o pelos: son apéndices epidérmicos, varían ampliamente en su forma y función, siendo útiles en la clasificación taxonómica.

Tejido vascular

Está compuesto por dos tejidos conductores: el xilema y el floema, transportan nutrientes, agua, hormonas y minerales dentro de la planta. El tejido vascular es complejo, incluye células del xilema, floema, parénquima, esclerénquima y se origina a partir del cámbium.

- **Xilema**

Es un tejido complejo formado por varios tipos celulares. Su función es la conducción de agua y minerales desde la raíz hasta las hojas. Entre las células que forman este tejido complejo se diferencian:

- Células conductoras o elementos traqueales: son elementos muertos a la madurez, sirven para la conducción vertical y el sostén. Se distinguen traqueidas y miembros de vasos, ambos tienen paredes secundarias, gruesas, impregnadas con lignina (se tiñen de rojo con Safranina-O).

- Las traqueidas son las más primitivas de los dos tipos de células, se encuentran en las Gimnospermas, plantas vasculares antiguas; son células largas y ahusadas, imperforadas, es decir sus paredes terminales conectan filas de células.

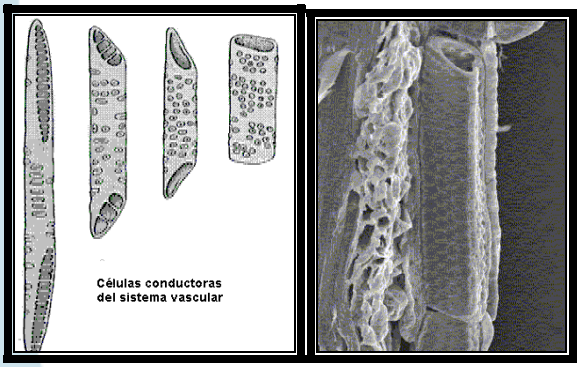


Fig. a Fig. b

Fig 5 .a: miembros de vaso del xilema Fig. b: miembro de vaso en el xilema de quebracho blanco (Apidosperma quebracho-blanco

- **Floema**

Las células del floema conducen alimento (fotosintatos producidos por la fotosíntesis) desde las hojas al resto de la planta. Son vivas en la madurez y en preparados histológicos coloreados con Fast Green toman el color verde. Las células del floema están ubicadas por fuera del xilema. Los elementos cribosos de este tejido son: las células cribosas en las Gimospermas y los miembros de tubos cribosos con sus respectivas células acompañantes en las Angiospermas. Las células acompañantes conservan sus núcleos y controlan los tubos cribosos vecinos. El alimento disuelto, como la sacarosa, circula a través de las áreas cribosas que conectan estas células entre sí.

Al ser un tejido complejo también presenta células parenquimáticas para almacenamiento y fibras y esclereidas como sostén.

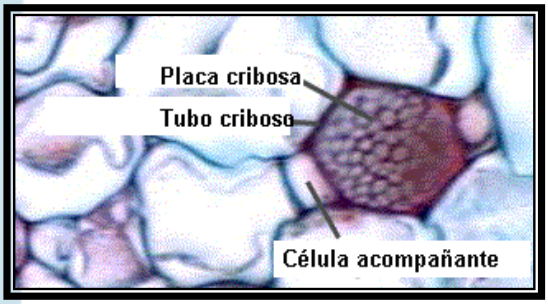


Figura 6. Células del floema

Lección 3. Definición y clasificación de las frutas y hortalizas

Definición de las frutas

Según la resolución 14712 de 1984 del Ministerio de Salud define: Las frutas “son el producto vegetal comestible procedente de la fructificación de la planta”.

Una denominación más general de frutas al "fruto, la semilla o las partes carnosas de órganos florales que hayan alcanzado un grado adecuado de madurez y sean propias para el consumo humano".

El fruto es el ovario transformado y cuyos óvulos han sido fecundados. En la madurez el fruto contiene buena cantidad de agua y sustancias nutritivas, es

carnoso; si pierde la mayor parte del agua es seco. Durante maduración hay transformación de sustancias químicas, entre ellas el paso de los almidones a sacarosa y glucosa (fruto dulces o frutas).

El fruto consta de tres capas distintas en grosor y consistencia según la especie vegetal:

- Epicarpo,
- Mesocarpo
- Endocarpo

Las tres capas en su conjunto se denominan pericarpo.

1. El epicarpo deriva de la epidermis del ovario y forma la piel, corteza o cáscara del fruto; puede ser liso o tener pelo fino, espinas, lo cual contribuye a la dispersión; a veces está recubierto de cera. En algunos frutos el epicarpo puede distinguirse y separarse fácilmente del resto del fruto, pero en otros está soldado al mesocarpo.

2. El mesocarpo es la capa medio del fruto y deriva del parénquima clorofílico del ovario, transformado. Puede ser carnoso y grueso, este grosor se debe a la acumulación de agua, glúcidos, ácidos orgánicos y otras sustancias como colorantes, vitaminas.

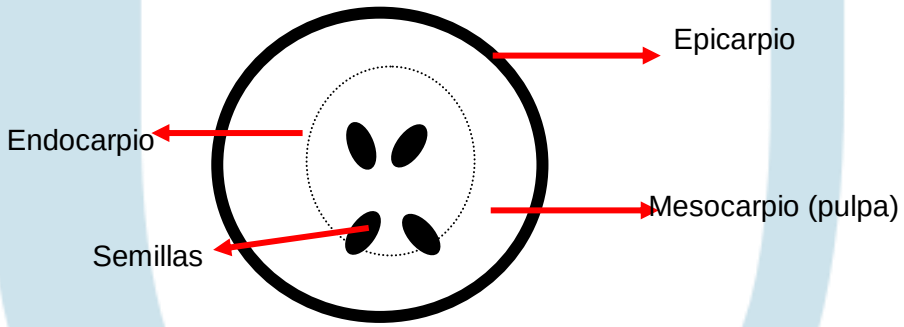


Figura 7. Estructura general del fruto.

3. El Endocarpo deriva del vestimiento interno del ovario. Normalmente es delgado, coriáceo unas veces, pétreo otras. A veces se ha reabsorbido como en las uvas, plátano, patilla.

En muchas plantas el pericarpo es seco y lignificado en mayor o menor cantidad. En ocasiones es muy delgado y se adhiere íntimamente a la semilla, como ocurre en las gramíneas; trigo, maíz, cebada.

Clasificación de las frutas

No hay una unificación en la clasificación de las frutas, ya que varios autores las clasifican de acuerdo a varios criterios que se resumen en la tabla 2:

Criterios	Clasificación		Características y ejemplos
Según su naturaleza: Aquellas frutas que tienen infinidad de minúsculas semillas.	**Frutos secos**	Legumbre o vaina	Es propio de las leguminosas: fríjol, guandú, maní, acacia, tamarindo, falso alcaparro
		Folículo	Nabo, cubio.
		Silicua	Fruto bicarpelar de una cavidad Es el fruto de las crucíferas: rábano, coliflor,
		Cariopsos	Son los frutos de las gramíneas como el trigo, la cebada, la avena y el centeno.
		Nueces	Pericarpio o cáscara dura con una parte comestible que es la semilla o almendra como la avellana y la nuez.
	Frutos carnosos Simples	Drupa (hueso)	tienen un solo hueso o drupa las ciruelas, melocotón, cereza, aguacate, durazno, oliva
		Pomo	Se caracteriza porque la pulpa rodea un receptáculo interno que contiene las semillas la manzana , pera
		Pepónides	Posee una cubierta externa gruesa como el cocombro, sandía, melón y la calabaza., ahuyama.
		Baya	Mesocarpo carnoso y jugoso, el endocarpo se reabsorbe y las semillas quedan mandando en el mesocarpo., tomate, uva, guayaba, plátano, dátil,
			Epicarpo blando, grueso, con glándulas productoras de aceites esenciales; mesocarpo esponjoso, blanco y comestible; endocarpo dividido en tabiques membranosos que pueden separarse unos de otros y contienen pelos glandulares fusiformes, ricos en jugos con ácidos cítricos o sus derivados y vitamina C. Son los frutos cítricos:

		Hesperidio	naranja, lima, limones, toronja, cidra.
	Frutos carnosos compuestos	Agregados	Derivados de una cantidad variable de ovarios como las fresas, las frambuesas y las moras.
		Múltiples	Derivados de una cantidad variable de ovarios de varias flores que crecen más o menos juntos formando una masa como la piña, fresa, frambuesa, mora, granada y la breva.
Según su estado Según como sea el tiempo desde su recolección.	Fruta fresca.		Fruta que es consumida sin sufrir ningún proceso tecnológico.
	Fruta desecada.		Son las frutas frescas que se le reduce el porcentaje de humedad. Entre este grupo tenemos la aceituna, albaricoque, desecado, ciruela pasa, dátil, melocotón, peras desecadas y las uvas pasas.
	Fruta deshidratada.		Es el producto que se obtiene de retirar la humedad mediante procesos de deshidratación, con el control de variables para no afectar la calidad final de la fruta.
Según como se produzca el proceso de maduración de la fruta	Frutas climatéricas		Estas frutas sufren una maduración brusca y grandes cambios de color, textura y composición. Normalmente se recolectan en estado preclimatérico, y se almacenan en condiciones controladas para que la maduración no tenga lugar hasta el momento de sacarlas al mercado. manzana, pera, plátano, melocotón, albaricoque y chirimoya.
	Frutas no climatéricas		Estas frutas maduran de forma lenta y no tienen cambios bruscos en su aspecto y composición. Presentan mayor contenido de almidón. La recolección se hace después de la maduración porque si se hace cuando están verdes luego no maduran, solo se ponen blandas. naranja, limón, mandarina, piña, uva, melón.

Tabla 2: clasificación de las frutas

Definición y clasificación de las hortalizas

El codex alimentario define las hortalizas y verduras como:"Cualquier planta herbácea hortícola en sazón que se pueda utilizar como alimento, ya sea cruda o cocinada". Según la resolución 14712 de 1984 del Ministerio de Salud define: las verduras como parte de las hortalizas que son "las plantas herbáceas, cuyas hojas, flores, frutos, tallos. Bulbos, raíces, rizomas e inflorescencias se consumen verdes o no, crudos o procesados" y determinan que las verduras son la parte verde comestible de las hortalizas.

Clasificación de las hortalizas

La forma más elemental de agrupar las hortalizas y, al mismo tiempo, quizás una de las más importantes, es la clasificación taxonómica de los individuos. La taxonomía es una ciencia que agrupa ordenadamente a los organismos vivos de acuerdo a lo que se presume son sus relaciones naturales, partiendo de sus propiedades más generales a las más específicas.

Los criterios de clasificación que se utilizan están basados en las características anatómicas, morfológicas, citológicas, fisiológicas, genéticas y otras de los organismos, dando origen a diferentes grupos o taxones de características más o menos similares. Los aspectos que se destacan son: reino, división, subdivisión, clase, subclase, orden, familia, género, especie y variedad botánica.

Aunque la clasificación anterior es muy rigurosa, algunos autores[1] clasifican a las hortalizas como un grupo no perteneciente a una especie botánica específica y que exhiben una amplia variedad de estructuras vegetales. Pueden sin embargo agruparse en tres categorías principales:

- Semillas y vainas
- bulbos, raíces y tubérculos
- flores, yemas, tallos y hojas

En la tabla 3 se estable la clasificación taxonómica de las hortalizas más comunes en nuestro país:

[1] . Wills R. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-cosecha.

Tabla 3. Clasificación taxonómica de las hortalizas

NOMBRE	NOMBRE LATINO
Champiñón cultivado	Agaricus hortensis
Zanahoria	Daucus carota
perejil	Petroselinum crispun ssp. tuberosum
Rábano	Raphanus ativus var. niger
Patatas	Solanum tuberosum
Apio (tubérculo)	Apium graveolens var. rapaceum
Remolacha roja	Beta vulgaris ssp vulgaris var. rapaceum
Ajo	Allium sativum
Cebolla	Allium cepa
Puerro	Allium porrum
Col	Brassica oleracea covar. acephala var. sabellica
Remolacha	Beta vulgaris ssp. vulgaris var. vulgaris
Espinacas	Spinacia oleracea
Lechuga	Lactuca capitata var. crispa
Coliflor	Brassica oleracea covar. botrytis var. botrytis
Berenjena	Salanum melongena
Calabaza	Cucurbita pepo
Pimiento	Capsicum annuum
Pepino	Cacumis sativus
Tomate	Lycopersicon lycopersicum
Calabacín	Cucurbita pepo covar. giromontiina

Señor estudiante se puede concluir:

Las frutas y hortalizas son un conjunto de alimentos comestibles que proceden del fruto de raíces de diversas planta, poseen sabor y aroma característicos, presentan propiedades nutritivas y composición química, física y sensorial que las distingue de otros alimentos,

Lección 4. Composición química y valor nutricional de frutas y hortalizas

Agua

El agua es el constituyente absolutamente predominante en los vegetales. Esta característica permite contemplar a frutas y hortalizas como elementos pobres en energía, lo que, sumado a su enorme gama, los convierte en alimentos ideales para confeccionar modelos de alimentación equilibrados y variados de aplicación en regímenes nutricionales.

El agua es el constituyente fundamental de las frutas y hortalizas, se encuentra entre el 70 y 90%, valor que las caracteriza como jugosas.

En el agua disuelta se encuentran las vacuolas y dentro de ellas están las sustancias solubles como los azucares, sales, ácidos orgánicos, pigmentos solubles y vitaminas. Las sustancias que no se disuelven en el agua se dispersan coloidalmente en ella.

En las frutas y verduras se encuentran tres formas de agua:

- Agua capilar,
- Agua de monocapa o monopelícula
- Agua débilmente ligada.

El agua ligada no se congela ni es utilizable como solvente. El agua capilar es el agua retenida en la finísima red de espacios capilares extracelulares que se encuentran en los tejidos vegetales y El agua de monocapa o monopelícula es la retenida y absorbida a los puntos electrostáticos activos de las macromoléculas de los alimentos tales como las proteínas y los carbohidratos complejos, que forman presión, concentración o cantidad de humedad sobre las superficies de las macromoléculas.

La descomposición o deterioro de los alimentos por la actividad acuosa se puede producir por fenómenos biológicos, físicos y químicos. El deterioro biológico determinado por los procesos fisiológicos de respiración y germinación. El deterioro físico y químico, determinado por las alteraciones que se presentan en los alimentos como resultado de cambios físicos, enzimáticos y químicos.

Entre las funciones principales están:

- Capacidad de transportar, disolver y mantener sustancias en solución y suspensión coloidal.
- Componente nutricional y fisiológico.
- Participa como reactivo en procesos bioquímicos y acelerante en las reacciones químicas.
- Determinación en los caracteres sensoriales y las propiedades fisicomecánicas de los productos. Los atributos de apetencia, la textura, consistencia y otras propiedades reologícas.
- Influye en la conservación en la conservación de los alimentos y es responsable de la turgencia de las células y los tejidos.

En conclusión, la importancia de este constituyen mineral tiene fundamento al ser el medio que permite mantener en solución sustancia como pigmentos, sales, minerales, ácidos y otras.

Carbohidratos

Los carbohidratos después del agua son el constituyente principal de las frutas y las verduras. Dentro de estos están incluidos los azúcares y almidones, la celulosa, hemicelulosa y substancias pépticas. Las cantidades varían de acuerdo a la actividad metabólica de los vegetales. Son importantes debido a la gran influencia que tienen sobre las propiedades organolépticas y su especial incidencia ante la respuesta de la frigoconservación.

Los azúcares propios de cada vegetal son variables en función de la especie, el desarrollo del vegetal y el estado de madurez.

Los carbohidratos en las frutas, no siempre permanecen en una proporción constante, sino que se encuentran en continua evolución, degradándose y formando nuevos productos, ya que constituyen la principal fuente de energía para el fruto. En muchos frutos se sintetiza activamente ácido ascórbico (vitamina C) a partir de glucosa durante la maduración.

Los azúcares aumentan en proporción a medida que avanza el estado de maduración. Es curioso el caso de la sacarosa, que siempre va aumentando hasta el punto de la recolección, una vez cortado el vínculo con el árbol, la sacarosa experimenta un tenue aumento para luego ir decreciendo paulatinamente hasta la desaparición (ver figura 8). Son azúcares característicos de las frutas la glucosa, fructuosa, xilosa, galactosa manosa y la sacarosa entre otros.

El azúcar que incide más directamente sobre las propiedades organolépticas del fruto es la sacarosa, la presencia máxima de este azúcar se sitúa en el momento de plena madurez fisiológica.

Una parte esencial de los carbohidratos de frutas y hortalizas está representada en la fibra, la cual esta formada por celulosa, sustancias péctica y hemicelulosas, todos ellos carbohidratos poliméricos. Un componente mayoritario de la fibra es la lignina, polímero complejo formado por compuestos aromáticos enlazados a través de grupos propilo. La fibra no es digerida por el hombre porque éste no segrega las enzimas precisas para degradar los mencionados polímeros y liberar los, monómeros constitutivos para ser absorbidos en el tracto intestinal.

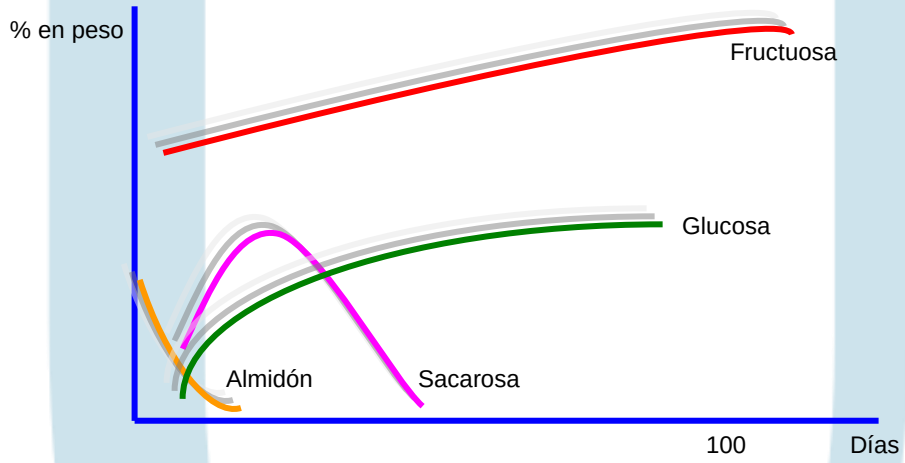


Figura 8. Relación entre el contenido en azucares y la maduración a una temperatura de 15ºC. (Fuente: Herrero Alfonso, Conservación de Frutos, 1992.)

Los hidratos de carbono más representativos en las frutas y hortalizas son:

- Pectinas

Se encuentran, principalmente, constituyendo las paredes celulares y espacios intercelulares. Son de una gran importancia por lo que se refiere a la textura y a la turgencia de los vegetales. En la maduración las sustancias péctica experimentan cambios drásticos.

Las pectinas son derivados del ácido galacturónico, parcialmente metilados, formando cadenas largas.

- Almidón

Si en un principio, en el fruto, el contenido de almidón es elevado, no podemos decir lo mismo, cuando adquiere madurez de consumo, ya que en ese momento es prácticamente nula. Se ha degradado y se ha ido simplificando hasta la formación de monosacáridos y polisacáridos.

- Hemicelulosas

Junto con la celulosa y las pectinas son los principales componentes de las paredes de los vegetales. La hemicelulosa más representativa de las peras, por ejemplo, es la xilosa (a una cadena se unen residuos de ácido galacturónico). La hidrólisis de la hemicelulosa da xilosa, manosa sorbitol y arabinosa.

Todas las drupas contienen sorbitol. Se ha detectado la rafinosa en ciruelas y melocotones. La arabinosa sólo se encuentra en las manzanas.

Compuestos nitrogenados y Lípidos.

Los compuestos nitrogenados como las proteínas son escasos en las frutas y hortalizas, sus contenido proteicos son bajos en la parte comestibles. El porcentaje de proteína puede oscilar entre 0.1 y 1.5 %. En el aguacate, los higos secos y el coco se pueden alcanzar un 5%. En los frutos secos, el nivel se encuentra entre un 15% y un 25% y es deficitario en lisina.

El Contenido de lípidos en las frutas y las hortalizas es muy bajo, inferior al 1,5% con excepción de los frutos como el aguacate (16%), el coco (60%) y las aceitunas (20%). En los frutos secos las cantidades alcanzan valores entre 40 y 60%. Estos compuestos están localizados principalmente en los tejidos protectores como la epidermis y la cutícula.

Las proteínas y aminoácidos son componentes poco importantes en la mayoría de los vegetales. Las proteínas son estructuras moleculares cuya unidad esencial

es el aminoácido. Los aminoácidos desempeñan una función reguladora de las actividades metabólicas del fruto., siendo el más representativo en las manzanas la prolina, la glutamina es otro aminoácido que sólo se encuentra en los frutos excesivamente maduros.

Los lípidos del fruto se concentran en las semillas y en la cutícula. Estos son insolubles en agua y se hallan ubicados en la membrana protoplasmática. Los lípidos más conocidos y estudiados son los que se encuentran en la cutícula que cubre la epidermis de los pomos.

Pueden ser de dos tipos:

- Cera: se trata de ácidos grasos superiores con alcoholes monovalentes. No se hidrolizan. En la composición de las ceras intervienen fundamentalmente, alcoholes y ácidos grasos saturados no ramificados, con cadenas de 16 a 24 ó mas átomos de carbono. La impermeabilidad que proporcionan las ceras al fruto evita pérdidas excesivas de agua, absorción de sustancias por difusión.
- Cutina: La cutina se forma con intervención de oxidasas por polimerización de ácidos grasos, que se unen mediante esterificación entre la función de ácido la función alcohol. La concentración de cutina en la epidermis de una manzana varía entre 4 – 5 mg por cm^3.

Otros lípidos importantes son los ácidos grasos: oleico y linoleico.

Los componentes cétoricos tienen gran incidencia directa durante la frigoconservación, ya que intervienen en la transpiración del fruto a través de la cutícula; proporcionan resistencia, ofreciendo cierta protección contra la protección de los patógenos.

Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos son componentes metabólicos primordiales especialmente en las frutas. Las verduras en términos generales contiene una escasa proporción de ácidos libres encontrándose en su mayoría en forma de sales, haciéndolas menos ácidas que las frutas y por consiguiente más susceptibles a alteraciones microbiológicas y por eso requieren tratamientos términos elevados. La mayor parte de frutas y hortalizas contiene ácidos orgánicos, necesarios para el funcionamiento del ciclo de los ácidos tricarboxílicos y otras rutas metabólicas.

En las frutas desempeñan un rol importante en la vida de los fruto, siendo un factor de resistencia contra los hongos y también contribuyen a desarrollar la calidad gustativa y nutricional (ácido ascórbico y ácido málico).

La juventud del fruto esta caracterizada por un enriquecimiento progresivo de los ácidos. La maduración, en cambio, es una fase de empobrecimiento de los ácidos. Es esta transformación la que es responsable de la disminución del sabor ácido a lo largo de la maduración. Los ácidos más representativos son el ácido málico, ácido cítrico y el ácido ascórbico, además son notorios los ácidos pirúvico, el ácido fumárico, succínico y málico.

Podemos generalizar asegurando que los ácidos alcanzan un máximo y luego disminuyen progresivamente hasta la recolección (ver figura 9).

Señor estudiante.

En la primera práctica de laboratorio los invito a reconocer la estructura y composición de algunos tejidos de frutas y hortalizas.

Lección 5. Vitaminas, minerales y compuestos volátiles

Vitaminas.

Las vitaminas ofrecen contenidos muy variables en frutas y hortalizas y representan componentes de especial importancia nutricional. La vitamina C, es un elemento minoritario de los vegetales de gran importancia en la prevención del ascorbuto. Prácticamente la totalidad de la vitamina C contenida en la dieta humana procede de frutas y hortalizas. Estás pueden ser fuentes excelentes de vitamina A y ácido fólico. La vitamina A se precisa el mantenimiento de la estructura y función del ojo. En la frutas y hortalizas no se halla presente el compuesto vitamínico activo, el retino, sino ciertos carotenoides como el β-caroteno que el organismo humano puede convertirlo en es retinol. Sólo un 10% de los carotenoides identificados en frutas y hortalizas con transformados en vitamina A; los demás carotenoides como el licopeno no son precursores de esta vitamina y carecen de actividad correspondiente.

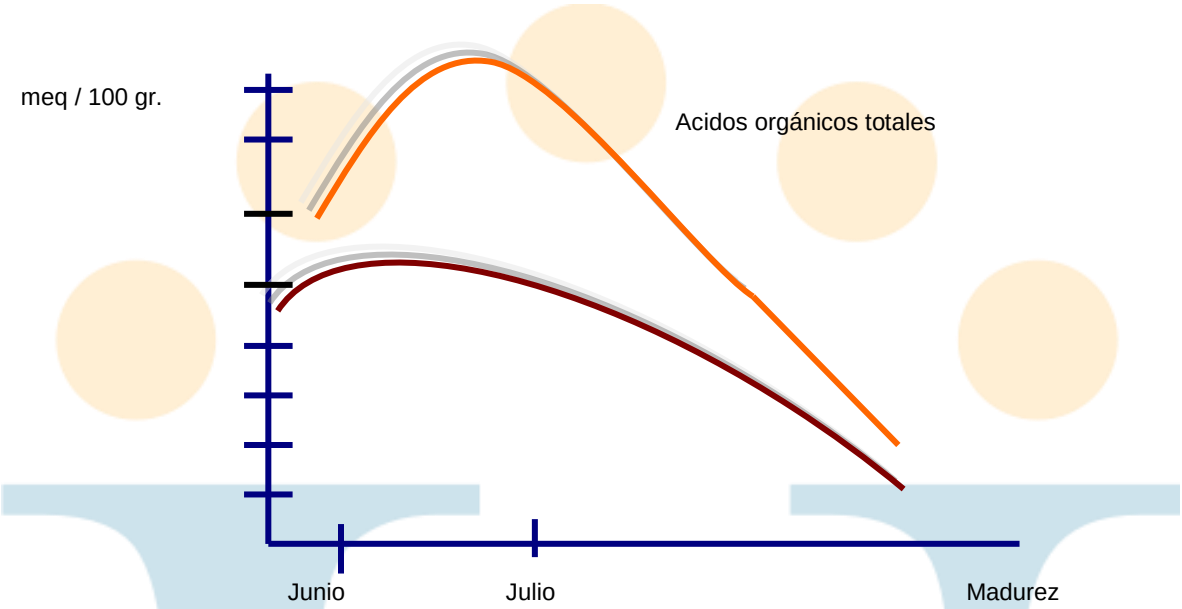


Figura 9: Evolución de los ácidos orgánicos (Fuente: Herrero Alfonso, Conservación de Frutos, 1992.)

El ácido fólico participa en la síntesis de RNA y su deficiencia conduce a la anemia. Las hortalizas foliáceas verdes son ricas en esta vitamina.

Según el contenido en vitaminas podemos hacer dos grandes grupos de frutas:

- Ricas en vitamina C: contienen 50 mg/100. Entre estas frutas se encuentran los cítricos, también el melón, las fresas y el kiwi.
- Ricas en vitamina A: Son ricas en carotenos, como los albaricoques, melocotón y ciruelas.

Minerales

Los elementos minerales representan variaciones en su contenido. Los elementos minerales son asimilados por la planta mediante absorción selectiva de los componentes dentro del ciclo biológico de los elemento. El potasio es el elemento más importante en frutas y hortalizas en proporciones que por lo general oscilan entre 60 y 600 mg / 100 gr. de tejido. Tanto él como otros minerales se hallan principalmente en forma de sales de los ácidos orgánicos característicos de cada planta, y el pH del tejido de las frutas está de modo

estrecho condicionado por la relación entre el potasio y dichos ácidos. El calcio esta asociado a las sustancias pépticas y por ende a los materiales de las paredes celulares, cumple un papel fundamental en la textura de estos alimentos. Este elemento forma cristales de oxalato de calcio, microscópicamente visibles en tejidos con abundantes cantidades de ácido oxálico.

Además de los anterior las verduras, las frutas son ricas en zinc, magnesio, hierro. Las sales minerales son siempre importantes pero sobre todo durante el crecimiento para la osificación.

Compuestos volátiles y pigmentos

Compuestos volátiles.

Son un importante grupo de sustancias que influyen en el aroma y en el sabor de los frutos. Estas sustancias suelen ser ésteres alifáticos y ácidos grasos de cadena corta (ver tabla 4)

La producción del aroma está influenciada por la forma de cultivo, la edad del fruto y la temperatura. El aumento de la emisión del aroma empieza al iniciarse el ripennig. Lógicamente el aroma, en la conservación, esta limitado por las condiciones de almacenamiento. El aroma es regresivo a bajas temperaturas.

Las concentraciones de los compuestos volátiles en una conservación en frío normal son, de mayor a menor:

butil acetato > hexil acetato >hexanol > butil butirato

Mientras que en una conservación en atmósferas controladas (AC) con una mezcla de gases son de mayor a menor:

Hexil acetato > butil acetato

Como se puede observa, los típicos aromas volátiles pueden ser suprimidos por una conservación de AC. La conclusión directa es:

- Alta concentración de CO_2 suprime la evolución del aroma

- Baja concentración de CO_2 favorece la evolución del aroma.

Pigmentos

Son los compuestos responsables de la coloración de las frutas y hortalizas. El color constituye uno de los factores organolépticos más atrayentes y los causantes de este carácter son la clorofila (liposolubles) los flavonoides (hidrosolubles), (antocianinas y flavonoles) y carotenoides (liposolubles),

Tabla 4. Componentes característicos del aroma de algunas frutas y hortalizas

Producto	Componentes
Manzana madura	Etil – 2 – metilbutirato
Manzana verde	Hexanal, 2-hexanal
Plátano verde	2- hexanal
Plátano maduro	Eugenol
Plátano sobremaduro	Isopentanol
Limón	Citral
Naranja	Valenceno
Frambuesa	1-(p- hidroxifenil)-3-butanona
Repollo crudo	Isotiocianato de alilo
Repollo cocido	Dimetildisulfuro
Champiñón	1-octen-3-ol, lentionina

Fuente: Herrero Alfonso, Conservación de Frutos,1992.)

- La clorofila

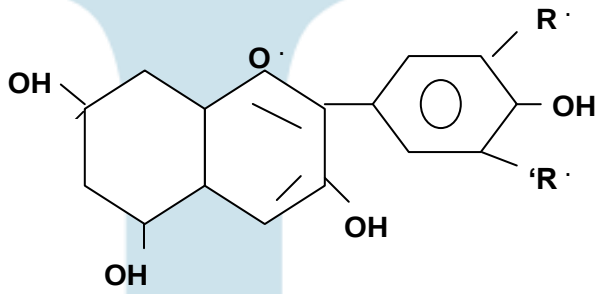
Se encuentra en las frutas verdes y en las hortalizas de hojas, es de gran importancia en la fotosíntesis. Su degradación se puede efectuar por acción enzimática, oxidación, efecto de los ácidos y aplicación del calor. La clorofila desaparece total o gradualmente por degradación durante la maduración de las frutas. Son los principales receptores de la luz que lega ala planta y que mediante la función fotosintética trasformarán en energía aprovechada por el vegetal para poder producir glúcidos y otros metabolitos a partir del agua y CO_2. La clorofila es un pigmento que da a las plantas y a las frutas el característico color verde. Es insoluble en agua. Todas las células fotosintéticas productoras de O_2 confinen dos tipos principales de clorofila: la clorofila a y la clorofila b.

La clorofila es el único pigmento presente en los frutos jóvenes. A medida que la fruta madura, la clorofila se degrada y desaparece formándose los carotenoides y los flavonoides propios de cada especie, siendo esta la consecuencia directa del viraje del color. Cuando se presenta la madurez en los melocotones, la clorofila desaparece totalmente, pero no ocurre lo mismo en variedades de peras y manzanas.

- Antocianinas

Son constituidas por mono y diglicósidos de una antocianidina (sales de polihidroxifarili, responsables de la coloración de las antocianinas).

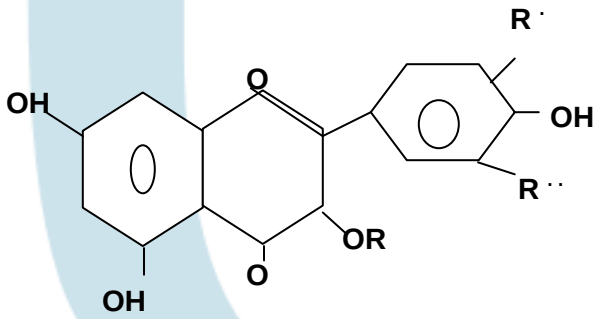
Las antocianinas más importantes en los tejidos vegetales son cloruros de pelargonidina, de cianidina, de delfinidina. Su estructura química es la siguiente:



Dan coloraciones rojizas, moradas o azules. Las antocianinas se hallan disueltas en el jugo celular, aunque también pueden encontrarse en la piel del fruto.

- Flavonoides

Son de color amarillo. Pero participan muy poco en la coloración amarilla



Químicamente los flavonoides se dividen en:

- Las leucoantocianinas: Son incoloras, en medio ácido desarrollan coloraciones rosadas por el calentamiento cambiando el color de los

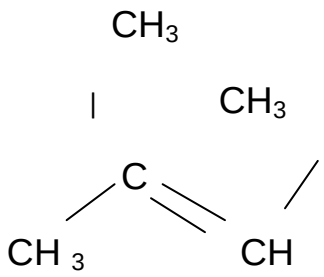
productos que sufren tratamientos térmicos y proporcionan astringencia a las frutas.

- Las antoxantinas

Derivados de la cumarina y del ácido hidroxicinámico.

- Carotenoides

La mayoría de los colores anaranjados y amarillos de las frutas se debe a los caroteniodes, siempre asociados en los tejidos con la clorofila, los carotenoides por su carácter lipofílico no se solubilizan en el agua de cocción, por esto las pérdidas son bajas durante los procesos de industrialización: sin embargo, se afectan por la oxidación. Su distribución varia según la especie, el caroteno y sus isómeros se encuentran principalmente en la ahuyama, la zanahoria y el mango.



Químicamente los carotenoides son derivados del isopreno (terpenos).

El licopeno de color rojo intenso se halla en el tomate y la sandía. Los carotenos contribuyen de gran manera a las características sensoriales y son de importancia nutricional por ser precursores de la vitamina A. (Pro vitamina A). El color de los compuestos puros varía entre el rojo brillante del licopeno y la capsantina, al naranja del B-caroteno y bixina al amarillo pálido de la xantofila. La degradación de matices que resulta de estas mezclas explica la variedad de colores que las frutas contienen. Los carotenoides son estables al calor del procesado y cocinado, pero son susceptibles a la oxidación. La oxidación produce sabores desagradables en las hortalizas deshidratadas.

CAPITULO 2. CARACTERITICAS FISICO-QUIMICAS Y SENSORIALES

Actividad Inicial.

De acuerdo a sus conocimientos previos y/o experiencias explique los siguientes términos:

- Madurez ***- Etileno***

- Ac. Orgánicos ***- Senescencia***

- Frutos climatéricos ***- Flavor***

- Índice refractométrico ***- Grados Brix***

Lección 6. Madurez

La maduración es el resultado de un complejo conjunto de transformaciones, muchas de las cuales son probablemente independientes entre sí. En la tabla 5 se señalan los cambios más importantes.

Tabla 5. Cambios que pueden acaecer durante la maduración de los frutos carnosos.

- Maduración de las semillas
- Cambios de color
- Abscisión (desprendimiento de la planta)
- Cambios en la actividad respiratoria
- Modificaciones en el ritmo de producción de etileno
- Modificaciones en la permeabilidad tisular
- Ablandamiento: cambios en la composición de las sustancias pépticas
- Cambios en la composición de los hidratos de carbono
- Modificaciones en los ácidos orgánicos
- Cambios en las proteínas
- Producción de sustancias aromáticas
- Desarrollo de la cera en la piel.

Fuente: Herrero Alfonso, Conservación de Frutos, 1992

La maduración en la frutas esta sometido a una serie de cambios, tanto cualitativos como cuantitativos. La maduración es la fase de desarrollo del fruto intermedia entre el crecimiento y la senescencia.

De realizar la recolección demasiado temprana o demasiado tardía, se derivan una serie de consecuencias. Por ellos es importante conocer las diferentes acepciones del término madurez:

- Premadurez: cuando el fruto es recogido en esta época, su pulpa permanece dura, su sabor es ácido; en general su sabor es poco agradable, con ausencia de aromas y azúcares característicos.

- Madurez precoz: se trata de frutos de calidad pasable, afectados normalmente por alteraciones relacionadas con la madurez. En este estado es posible cosechar los frutos con posibilidades de resultados satisfactorios en frigoconservación.

- Madurez óptima o fisiológica: el fruto recogido en esta época puede conservarse con un mínimo de fisiopatías y su proceso de maduración se efectúa con la máxima calidad definido por una equilibrada acidez, aromas y azucares, además de contar la coloración propia.

- Madurez tardía: el fruto evoluciona dentro de los umbrales de la rentabilidad pero puede tener un sabor insípido en ciertas variedades, tendiendo a la harinosidad de la pulpa, con riesgo de presencia de enfermedades.

- Sobremadurez o senescencia: el fruto, en el caso de los pomos, adquiere una textura arenosa, de sabor insípido, siendo muy sensible a enfermedades de conservación como podredumbres y alteraciones internas.

- Se han presentado hasta el momento las definiciones desde el punto de vista de la frigoconservación, sin embargo las definiciones o interpretaciones comerciales de este fenómeno son las que tienen más uso:

- Madures organoléptica degustativa: en este estado, el fruto tiene una calidad óptima de características gustativas, de olor, sabor, turgencia y otras cualidades.

- Madurez de recolección: en este estado los frutos pueden soportar un proceso de manipulación, lo que les permite llegar al consumo con una adecuada madurez organoléptica.

- Madurez de conservación Industrial: se refiere a la fruta que una vez recolectada será destinada a la conservación frigorífica con el objeto de distribuir de forma mas racional la oferta en el tiempo; esta modalidad corresponde a la fase de poscrisis climatérica, o sea, en el "repinning", es siempre imprescindible relacionar el estado de madurez con el periodo de conservación previsto.

- Madurez fisiológica: es el estado en que se encuentra la fruta que ha completado su evolución, conteniendo sus componentes finales. La madurez de recolección suele coincidir, con la madurez fisiológica y por ello se refiere en la mayoría de casos a la madurez de recolección.

El grado de madurez es el índice más usado para la cosecha de frutos pero debe diferenciarse, vale la pena enfatizar, la madurez fisiológica de la madurez comercial. La primera es aquella que se alcanza luego que se ha completado el desarrollo mientras que la segunda se refiere al estado en el cual es requerido por el mercado. Cada fruto presenta uno o más síntomas inequívocos cuando ha alcanzado la madurez fisiológica. En tomate, por ejemplo, es cuando ha desarrollado la masa gelatinosa que llena el interior de los lóbulos y las semillas no son cortadas cuando el fruto es seccionado con un cuchillo filoso. En pimiento, cuando las semillas se endurecen y comienza a colorearse la parte interna del fruto

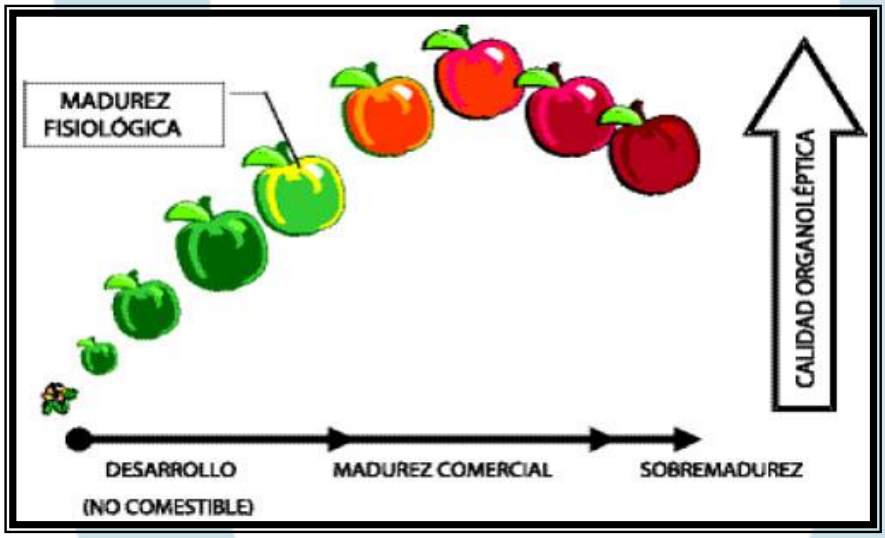


Figura 10: Calidad organoléptica de un fruto en función de su madurez.

Los índices de maduración sin numerosísimos y pueden ser clasificados según la época, según la modalidad de ejecución o bien según el criterio elegido.

Antes de definir algunos índices y sus características, se debe hacer nota de dos cosas: la primera es que conviene tener presente que, en todos los casos, lo mas adecuado y lo más prudente es utilizar mas de un de estos índices, con el fin de de buscar complementariedad y aumentar así la precisión de las medidas, lo que en consecuencia constata el defecto de parámetros definidos.

La segunda idea a aclarar es que el índice más recomendable es función del objeto y de los medios. Así, por ejemplo, índices que deban realizarse en laboratorios complejos no serán idóneos, para una pronta determinación.

El criterio de los índices de maduración puede ser:

- Cronológico con previsión a largo plazo
- Cronológico a corto plazo
- Morfológico y fisicoquímico

El método podrá ser:

- Ambiental o climático
- Subjetivo o sensorial
- Objetivo:- determinación física
- Determinación química

El objeto principal de los índices de maduración puede llevarnos a la:

- Determinación del estado de frigoconservación
- Determinación del estado de transformación industrial
- Determinación del estado de la calidad organoléptica
- Determinación del estado de consumo inmediato

Tanto para la pera como Para la manzana, y para otros frutos, los índices considerados como más recomendables son:

De empleo práctico

- **Color de fondo**
- **Forma del cáliz**
- **Emisión de etileno endógeno**
- **Dureza de la pulpa (penetromia)**
- **Índice refractométrico (IR)**
- **Contenido en azucares totales**
- **Test del yodo –ioduro (almidón)**
- **Acidez total**
- **Índice de Thiaualt**
- **Índice de maduración o de madurez.**

Climatéricos

Número de días después de la plena floración

Biológicos

- Intensidad de la respiración
- Emisión de etileno endógeno

Físicos y químicos

- Peso específico
- Consistencia
- Acidez titulable y pH
- Resistividad eléctrica de la pulpa
- Cantidad de zumo
- Estado hidrolìtico de la pectina
- Azucares totales reducidos
- Cantidad de clorofila
- Nitrógeno proteico
- Índice de fenoles
- Contenido de etanol
- Test del yodo –ioduro (almidón)
-

Lección 7. Transformaciones químicas durante la maduración

En determinado momento del desarrollo de las frutas y hortalizas el consumidor reconoce que han alcanzado una comestibilidad óptima. Esta condición no es consecuencia de un mismo y único tipo de transformación común a todos los productos vegetales sino que se alcanza de diversas formas en los diferentes tejidos.

Frutas

En las frutas climatéricas suelen alcanzar el estado de plena madurez organoléptica tras haber entrado en el periodo climatérico; son sin embargo, otros sucesos iniciados por el etileno los que el consumidor asocia con la madurez.

- Color

El mas manifiesto entre los cambios experimentados por muchas frutas durante la maduración y con frecuencia el más importante de los criterios utilizados por los consumidores para decidir si la fruta está o no madura es el color. El aspecto más común de estas modificaciones es la pérdida del color verde.

Muchos frutos no climatéricos ofrecen cambios similares al tiempo que alcanzan una calidad comestible optima, como ocurre con los frutos cítricos .el color verde se debe a la presencia de la clorofila, la perdida del color verde es consecuencia de la degradación de la clorofila, debido a los cambios de pH principalmente por la fuga de ácidos orgánicos al exterior de las vacuolas celulares. La pérdida del color verde puede deberse a una solo o a varios de estos factores actuando secuencial mente.

La degradación de la clorofila puede realizarse por dios vías: una vía enzimática y otra vía con presencia de ácidos.

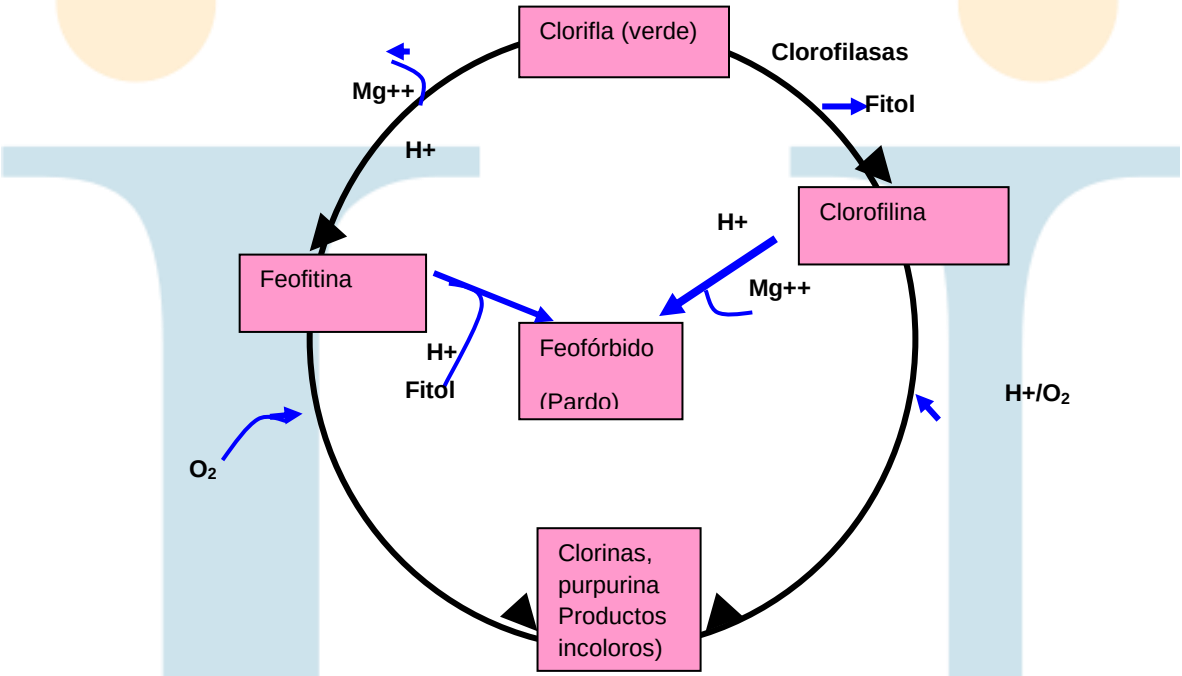
a). Degradación enzimática

Como consecuencia de la acción de la enzima clorofilaza, la clorofila sufre un ataque en su estructura y concretamente en su cadena lateral que se liberará danto fitol, siendo éste un compuesto denominado clorofílico que, si continúa la degradación liberando Mg++ dará lugar al feofórbido correspondiente.

b). Degradación por acción de los ácidos del medio

Estos ácidos destruyen el complejo que forma el Mg, liberándolo, obteniendo la conformación de la clorofila que dará lugar a la formación de la feofitina. El ciclo continúa liberando fitol. Ambas degradaciones dan como resultado que el feofórbido haya perdido el color verde.

Sí actúa el oxígeno, causará la oxidación de un carbono de la estructura de la clorofila dando lugar en último término productos incoloros de bajo peso molecular.



- Hidratos de carbono

Cuantitativamente el cambio mas importante asociado a la maduración de las frutas y hortalizas es la degradación de los de los carbohidratos poliméricos; particularmente frecuente es la casi total conversión del almidón en azucares. Estas transformaciones tienen el doble efecto de alterar tanto el gusto como la textura del producto. El aumento del contenido en azucares los hace mas dulces e incrementa su aceptabilidad. Incluso en los frutos no climatéricos, el desarrollo de una calidad comestible óptima se halla asociado con el acumulo de azucares, aunque en este caso no proceda de la degradación de sus reservas amiláceas sino de la savia. La degradación de los carbohidratos poliméricos, especialmente la de las sustancias pépticas y hemicelulosas, debilita las paredes celulares y las

fuerzas cohesivas que mantienen unas células unidas a las otras. Las sustancias pépticas provienen de un precursor insoluble, la protopectina que, además de ser un macropolímero, se halla ligado por enlaces cruzados a otras cadenas poliméricas a través de puentes de calcio. Durante la maduración la protopectina va gradual degradándose a fracciones de peso molecular más bajos que son más solubles en agua. La velocidad de degradación de las sustancias pépticas están directamente correlacionadas con el ablandamiento de la fruta. Estas sustancias resultan profundamente modificadas durante el crecimiento y maduración de frutas como la manzana y la pera. La protopectina insoluble, se transforma en pectina soluble y esta posteriormente se demetoxila y de polimeriza parcialmente debido, en parte, a una síntesis acelerada de pectinasas. Estos cambios también afectan a las paredes celulares y motivan el ablandamiento.

- Ácidos orgánicos

Durante la maduración, los ácidos orgánicos son convertidos en azucares. Los ácidos pueden ser considerados como una reserva energética de la fruta, por lo consiguiente es de esperar que su contenido decline en el periodo de actividad metabólica máxima durante el curso de la maduración. Se dan excepciones, como las que representan las piñas, en los que alcanzan sus tasas más elevadas cuando se hallan plenamente maduras.

Por lo general la madurez presume un descenso de la acidez; de esta forma la relación azucares/ácidos aumenta durante la maduración de la mayor parte de las frutas.

Las variaciones del contenido en ácido ascórbico no presenta la misma regularidad. Durante la maduración de la fresa o del tomate hay una síntesis activa de vitamina C, a partir de la glucosa; en el caso de esta última fruta, el período de recogida influye sobre el contenido en ácido ascórbico. En general, en la mayoría de las frutas decrece durante el almacenamiento.

- Compuestos nitrogenados

No juegan un papel importante en la calidad comestible. Se presentan modificaciones a nivel de los pocos compuestos proteicos durante la actividad metabólica durante, el periodo climatero disminuye la cantidad de aminoácidos libres. Durante la senescencia se observa un incremento en el contenido de aminoácidos libres lo que revela una degradación de los enzimas y un descenso de la actividad metabólica.

- Aroma

En el desarrollo de la calidad comestible óptima, es fundamental el papel de los compuestos que conforman el aroma de cada fruta como resultado de la síntesis de compuestos volátiles durante la fase de maduración. Las frutas no climateras (ver definición mas adelante) se producen compuestos volátiles de igual manera que las climateras. Estas frutas no sintetizan componentes tan aromáticos como las climateras.

Hortalizas

El grado de desarrollo es el índice de cosecha más ampliamente usado en hortalizas. Las hortalizas no suelen sufrir un brusco incremento en su actividad metabólica durante la madurez. A veces se provoca deliberadamente la germinación de algunas semillas, lo que puede conllevar a la presencia de cambios de composición. Los niveles de azucares ascienden acusadamente como consecuencia de la rápida transformación sufrida por las grasas y el almidón.

Las semillas y las vainas recolectadas en plena madurez, como en la práctica sucede en los cereales, han perdido toda actividad metabólica debido a su bajo contenido de agua, en contraste, los vegetales consumidas como hortalizas frescas, por ejemplo determinadas legumbres ofrecen altos niveles de actividad metabólica, por que se han recolectados inmaduros, La calidad comestible viene determinada por el aroma, el color y la textura no por el estado fisiológico. Las semillas en estado inmaduro son mas dulces, al avanzar la maduración los azucares se convierten en almidón, perdiéndose el sabor dulce, el contenido de agua disminuye y la fibra aumenta.

Maduración controlada

La madurez a la cosecha es el factor determinante de la calidad y la vida de poscosecha por lo que cuando son destinadas a mercados distantes, muchas frutas (particularmente las climatéricas) deben cosecharse ligeramente inmaduras a fin de reducir los daños y las pérdidas durante el transporte. Antes de su distribución para la venta al consumidor, sin embargo, es necesario acelerar y uniformar la maduración para que llegue a los consumidores en un adecuado grado de madurez. La banana es el producto típico de esta operación, pero también se realiza en

tomates, melones, palta y mangos y otros frutos. El etileno es usado para este proceso, pero en concentraciones mayores.

Tabla 6: Condiciones para la maduración controlada de determinados frutos.

Concentración de etileno (ppm)		Temperatura de maduración ºC	Tiempo de exposición (hr)
Banana	100-150	15-18	24
Kiwi	10-100	0-20	12-24
Mango	100-150	20-22	12-24
Melón	100-150	20-25	18-24
Tomate	100-150	20-25	24-48

Adaptado de Thompson, 1998

La maduración controlada se realiza en cámaras diseñadas para este tipo de operaciones que permiten el control de la temperatura y humedad relativa además de la ventilación para eliminar la atmósfera de etileno una vez que el tratamiento ha finalizado. El proceso consiste en un calentamiento inicial de los frutos hasta llegar a la temperatura deseada para inyectar luego el etileno en una concentración determinada y por un tiempo prefijado. Luego se ventila para eliminar los gases acumulados. Una vez cumplido el tiempo deseado, la temperatura es reducida a la adecuada para su almacenamiento y/o transporte. La concentración de etileno y el tiempo de exposición son función de la temperatura, la cual acelera el proceso.

Fenómeno climatérico

Entre las considerables diferencias que existen entre las diversas frutas, hay que citar las que conciernen a la actividad respiratoria, el lapso de maduración y vejez, el comportamiento después de la cosecha cuando se recogen antes de la maduración, etc.; se pueden distinguir dos grupos:

- los climatéricos

Como el tomate, durazno, manzana, pera, plátano y otros, son capaces de generar etileno, la hormona necesaria para que el proceso de maduración continúe, aún separado de la planta. Además de ser autónomos desde el punto de vista madurativo, en este tipo de frutos los cambios en el sabor, aroma, color y textura están asociados a un aumento transitorio de la actividad respiratoria, llamado “pico climatérico”, vinculado estrechamente a la producción autocatalítica

del etileno. Los frutos de tomate por ser climatéricos alcanzan el color rojo intenso aún cuando el color verde es predominante.

El pico climatérico surge de la planta o bien durante la maduración, después de la cosecha. No se produce por modificaciones ambientales, pues se debe a reacciones endógenas. El pico climatérico condiciona la presencia de oxígeno como indispensable para que se produzca la maduración, en la tabla 7 se presentan los vegetales que presentan el efecto climatérico.

- No climatéricos

Como pimiento, cítricos, uvas, cerezas, fresas, piñas y otros así como la mayor parte de las hortalizas no presentan el pico climatérico; su respiración progresa más lentamente y, por lo general se les deja madurar sobre la planta y por lo tanto su madurez comercial solamente se alcanza en la planta (Tabla 7). Conviene resaltar que en este grupo se incluyen diversos vegetales de elevada actividad respiratoria

Tabla 7. Frutos Climatéricos y No Climatéricos

No climatérico		Climatérico	
Aceituna	Pepino	Banana	Melón
Ananá	Pimienta	Ciruela	Sandía
Naranja	Pomelo	Chirimoya	Nectarina
Berenjena	Tomate árbol	Durazno	Papaya
Cacao	Uva	Feijoa	Pera
Cereza		Fruto árbol pan	Kiwi
Frambuesa		Guanábana	Zapote
Mora		Guayaba	Tomate
Granadilla		Higo	
Marañón		Mamey	
Lima		Mango	
Limón		Manzana	
		Maracuyá	

Fuente: Wills *et al.,* 1982; Kader, 1985

Las condiciones ambientales, especialmente la temperatura y el contenido en anhídrido carbónico pueden modificar la actividad respiratoria; como se verá posteriormente, estos factores se utilizan para prolongar la conservación de diversas frutas. Igualmente debe resaltarse que la actividad respiratoria puede acelerarse cuando el tejido está dañado mecánicamente.

Como regla general, cuanto más avanzada es la madurez menor es la vida poscosecha, por lo que para mercados distantes los frutos climatéricos deben ser cosechados lo más inmaduros posible, pero siempre luego de que han alcanzado la madurez fisiológica.

Lección 8. Procesos de respiración

La respiración es una actividad fundamental de todos los seres vivos, necesaria para producir las reacciones vitales para su desarrollo. Este proceso metabólico mediante el cual las frutas y hortalizas consiguen energía, haciendo combustión de los sustratos.

Muy simplificado, la base bioquímica es:

$$\text{Hidratos de carbono} + \text{Oxígeno} \longrightarrow CO_2 + \text{vapor de agua} + \text{energía}$$

En la respiración se utiliza el oxígeno para liberar la energía vital que se encuentra almacenada en las células. Este efecto tiene lugar en toda la planta viva. La energía emitida es utilizada para la síntesis de sustancias innatas en el proceso de la vida .el 96% de esta energía se pierde en forma de calor. Los glúcidos y los lípidos, en presencia de O2, se van degradando hasta emitir CO, H_2O y energía en forma de ATP (Adenosin Trifosfato).

Este proceso es una primera etapa, se realiza en el citosol o citoplasma de las células y se denomina “glicólisis”; pasando posteriormente al interior de las mitocondrias en ellas se realiza el ciclo de Krebbs, que es como se conoce la etapa siguiente.

1. Proceso fisiológico[2]

La maduración, vista anteriormente, en muchos frutos carnosos esta asociada a un incremento repentino en la actividad respiratoria y recibe el nombre de subida

[2] Herrero A. Conservación de frutos, 1992

o pico climatérico; y según se de esta subida climatérica los frutos se han clasificado en climatéricos y no climatéricos.

Durante el período que va desde la fecundación hasta la edad de 3 a 6 semanas (división celular), la intensidad respiratoria es muy intensa. Y posteriormente va decreciendo rápidamente. En el periodo de aumento de tamaño de las células del fruto, la intensidad respiratoria decrece más pero lentamente.

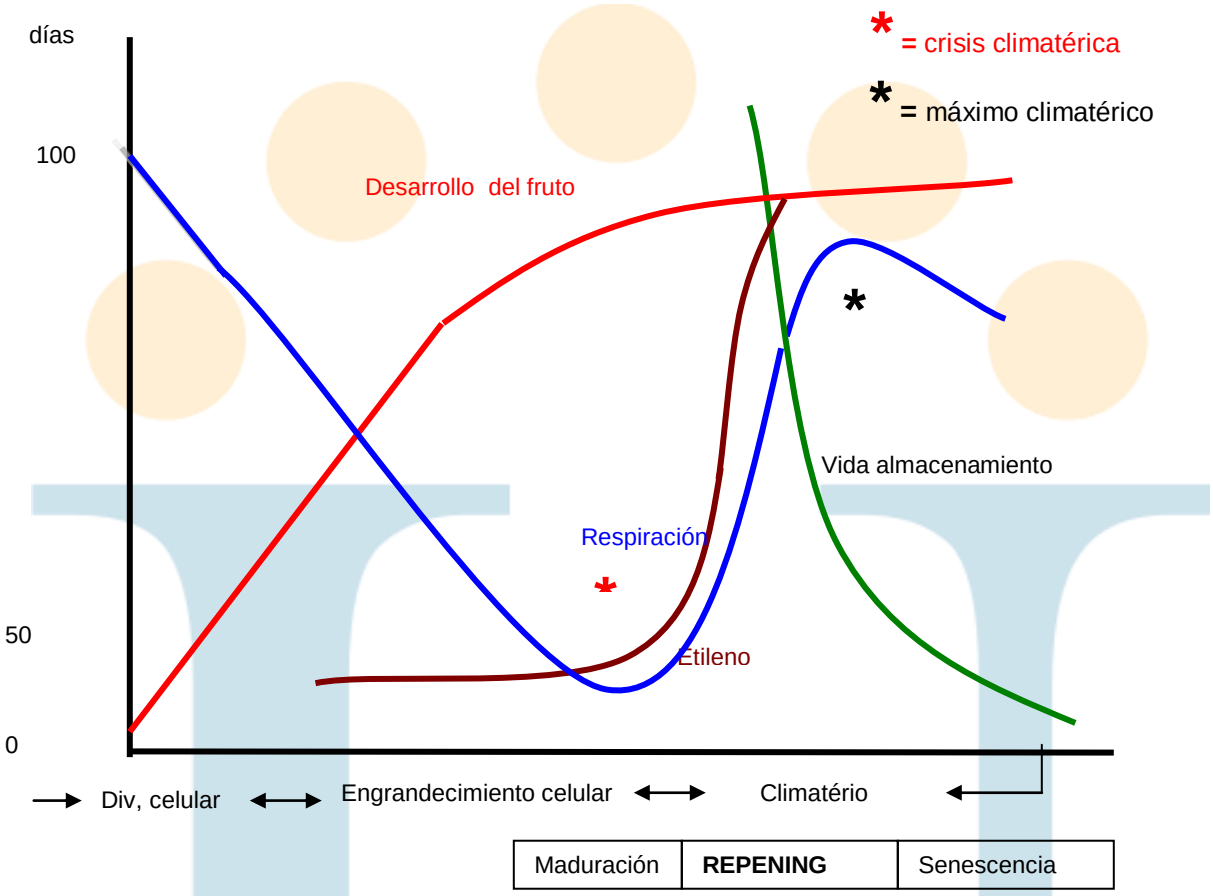
En un momento determinado la actividad respiratoria aumenta bruscamente. Este es el período que define la maduración y se le denomina la crisis climatérica. incremento elevado de la producción de etileno (C2H4) endógeno. Una vez que el etileno alcanza un cierto valor, el proceso es irreversible (ver figura 12).

Durante el climaterio se produce un elevado incremento de la respiración, acompañado de un cambio en la composición. También se produce un Se produce una serie de cambios fisiológicos, como el aumento de la permeabilidad de las células de las membranas, y otros bioquímicos, como aumento de la síntesis de ARN y de proteínas y un incremento de la actividad enzimática.

Dentro de la crisis climatérica se distingue un periodo que va desde el mínimo respiratorio hasta el máximo climatérico denominado RIPENING.

Se define la crisis climatérica como un periodo de evolución de ciertos frutos en el que suceden una serie de cambios bioquímicos que se inician con la producción autocatalítica del etileno, marcando el paso de crecimiento hacia la senescencia, comportando un aumento de la respiración y que conduce a la maduración.

Normalmente los frutos climatéricos se recolectan antes de la subida climatérica y se almacenan en condiciones controladas cuidadosamente para que aquélla no tenga lugar. Cuando se precisa enviarlos al mercado se induce artificialmente su climaterio



Fuente: Herrero Alfonso, Conservación de Frutos,1992.

Figura 11. Comportamiento fisiológico de la respiración y maduración en frutos climateros.

El etileno (C_2H_4) en el proceso de maduración

El etileno es una fitohormona que regula muchos aspectos del crecimiento, desarrollo y senescencia de los tejidos vegetales. Es producido en grandes cantidades por los frutos climatéricos durante su maduración, pero también inducido por determinados estreses como el daño físico ya que forma parte de los mecanismos de cicatrización de las heridas. Es liberado al ambiente en forma de gas y se acumula en niveles fisiológicamente activos si no es eliminado químicamente o mediante la ventilación. Abundan las pruebas circunstanciales que siguieren que el etileno, probablemente en colaboración con algunas hormonas vegetales (auxinas, giberelinas, citoquininas y ácido abcísico) ejerce un

control de tipo hormonal sobre el proceso madurativo de las frutas. Por el momento se sabe mucho más de la implicación del etileno en el proceso que la de otras hormonas vegetales.

Cuando especies productoras y sensibles al etileno son colocadas dentro de un mismo ambiente, en estas últimas se producen reacciones no deseables tales como aumento de la respiración, de la maduración y senescencia, pérdida de color verde, formación de manchas necróticas, formación de capas de abscisión y caída de hojas, inducción de la brotación en la papa, acumulación de principios amargos en zanahoria, el endurecimiento del espárrago, etc. Efectos indirectos del etileno son el incremento a la sensibilidad al daño por frío, susceptibilidad al ataque de determinados patógenos y el estímulo al crecimiento de determinados microorganismos deteriorantes. El grado de daño depende de la concentración de etileno, tiempo que ha sido expuesto y temperatura del producto. Para evitar problemas, el nivel de etileno en el ambiente de almacenamiento debe ser menor a 1 ppm.

Es claro que el etileno es una hormona que hace posible la maduración, una sustancia química producida por frutas con el específico fenómeno biológico de acelerar el proceso de maduración de fruta y envejecimiento. La maduración es el paso final del proceso, cuando la fruta cambia el color y desarrolla el sabor, textura y aroma, que es lo que se define como calidad óptima de consumo. En si, el etileno afecta el crecimiento, desarrollo, maduración y envejecimiento de todas las plantas.

- **Otras hormonas vegetales implicadas en la maduración**

Se entiende por hormonas vegetales aquellas substancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se translocan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo ó metabolismo del vegetal. El término "substancias reguladoras del crecimiento" es más general y abarca a las substancias tanto de origen natural como sintetizado en laboratorio que determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo ó desarrollo en la planta.

Las fitohormonas pertenecen a cinco grupos conocidos de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe propiedades fuertes de

regulación del crecimiento en plantas, y cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta:

- Auxinas
- Citoquininas
- Giberelinas
- Ácido abcísico

Mientras que cada fitohormona ha sido implicada en un arreglo relativamente diverso de papeles fisiológicos dentro de las plantas y secciones cortadas de éstas, el mecanismo preciso a través del cual funcionan no es aún conocido.

La función Principal de estas hormonas son:

Hormona	Función
Auxinas.	Mejor conocida es el ácido Indolacético. Determina el crecimiento de la planta y favorece la maduración del fruto.
Giberelinas.	Determina el crecimiento excesivo del tallo. Induce la germinación de la semilla.
Citoquininas	Incrementa el ritmo de crecimiento celular y transforma unas células vegetales en otras.
Ácido Abscísico.	Propicia la caída de las hojas, detiene el crecimiento del tallo e inhibe la germinación de la semilla.

Lección 9. Componentes de la calidad en frutas y hortaliza. Parámetros Físicos

Textura

El término textura hace referencia a la sensación global que un alimento despierta en la boca del consumidor. Se trata de un complejo de sensaciones percibidas por los labios, la lengua, las paredes de la boca, los dientes y aún los oídos. Cada unas de estas áreas es sensible a pequeñas diferencias de presión y responden a diferentes atributos del producto. Los labios valoran el tipo de superficie que se

les expone, de modo que puedan distinguir entre una lisa y otra provista de vellosidades; los dientes valoran la rigidez del a estructura, perciben las presiones precisas para trocear el alimento y cómo sede éste frente a la presión aplicada. La lengua y las paredes de la boca son sensibles al tipo de partículas generado cuando el alimento es desintegrado por los dientes, reconociendo si el producto triturado es blando o pastoso y la cantidad de jugo liberado. Los oídos perciben los sonidos durante la masticación, aspecto particularmente en algunos productos como las manzanas, uno de cuyos atributos positivos de calidad lo constituye la intensidad con que crujen al masticarlas. El efecto acumulativo de estas respuestas crea una impresión global de la textura del producto.

La textura de las frutas y hortalizas es resultante de las células del parénquima y de los demás componentes celulares.

La rigidez se debe en parte, a las microfibrillas de la celulosa que constituye el 25% o más del residuo seco, así como las microfibrillas de diversas hemicelulosas, xilanos, ligninas.

La turgencia, que confiere a las frutas y hortalizas firmeza y suculencia, dependen del agua, retenida por ósmosis en las células, puede alcanzar hasta el 96% del peso del tejido. La ósmosis resulta de fuertes concentraciones intracelulares, de sustancias solubles de bajo peso molecular. La permeabilidad de las membranas celulares y por consiguiente la textura, se modifica por la maduración, almacenamiento, cocción y congelado.

Así mismo, la textura también está influenciada por los geles de almidón y por los geles de pectinas de la laminilla intermedia, que asegura la ligazón entre paredes celulares vecinas. La cohesión de estos geles puede reducirse por las actividades amilolíticas y pectinolíticas; que intervienen durante la maduración, así después de la cosecha. Por el contrario, algunas hortalizas se observa, después de la cosecha, una síntesis del almidón. Por otro lado, los tratamientos térmicos provocan un incremento de la gelatinización del almidón, lo que contribuye al ablandamiento de los tejidos vegetales durante la cocción.

Apariencia

La apariencia es la primera impresión que el consumidor recibe y el componente más importante para la aceptación y eventualmente la compra. En algunos casos

la forma es un indicador de la madurez y por lo tanto de su sabor. Este es el caso de la «mejilla llena» en mango o de la angularidad de los «dedos» de la banana.

En aquellas especies en donde la inflorescencia es el órgano comercializado tales como brócoli o coliflor o aquellas que forman «cabeza» como lechuga, repollo, endivia, etc. la compacidad es el aspecto de mayor relevancia y en general es un indicador del grado de desarrollo a la cosecha ya que las inflorescencias abiertas indican que fueron cosechadas posteriormente al momento óptimo mientras que las «cabezas» no compactas son consecuencia de una cosecha prematura. En cierta medida es también un indicador de la frescura ya que la compacidad disminuye con la deshidratación.

La uniformidad es un concepto que se aplica a todos los componentes de la calidad (tamaño, forma, color, madurez, compacidad, etc.). Para el consumidor es un aspecto relevante que le indica que ya alguien que conoce el producto lo ha seleccionado y separado en categorías basadas en los estándares de calidad oficiales. Tan importante es, que la principal actividad de la preparación para mercado es precisamente uniformar el producto.

La frescura y la madurez son parte de la apariencia y poseen componentes que son propios. También son indicadores del sabor y aroma que ha de esperarse al ser consumidas. Desde el punto de vista de la aceptación por el consumidor son términos equivalentes. «Frescura» es la condición de estar fresco o lo más próximo a la cosecha posible. Se usa preferentemente en hortalizas en donde la cosecha es el punto de máxima calidad organoléptica caracterizado por una mayor turgencia, color, sabor y crocantez. La «madurez» es un concepto que se emplea en frutas y que también se refiere al punto de máxima calidad comestible, pero que en muchos casos se alcanza a nivel de puesto de venta o de consumo ya que en la mayor parte de las operaciones comerciales, los frutos se cosechan ligeramente inmaduros. Por ejemplo, las frutas almacenadas en atmósferas controladas alcanzan su calidad comestible al salir de la cámara, muchos meses después de haber sido cosechadas.

Dentro de los parámetros que definen la frescura y madurez, el color, tanto en intensidad como en uniformidad, es el aspecto externo más fácilmente evaluado por el consumidor. Es decisivo en aquellos productos como las hortalizas de hoja o frutos inmaduros tales como pepino, etc. en donde un verde intenso está asociado a una mayor frescura. La pérdida del color verde es un indicador de senescencia. El color también es un indicador de la madurez y muy importante en frutos en donde no hay cambios substanciales luego de ser cosechados (no climatéricos), tales como cítricos, pimiento, berenjena y cucurbitáceas en general. En frutos que sufren cambios luego de la cosecha (climatéricos) el color es menos decisivo e indica fundamentalmente el grado de madurez, como por ejemplo tomate, pera, banana, etc.

El brillo realza el color de la mayor parte de los productos, pero es particularmente valorado en especies como manzana, pimiento, berenjena, tomate, uvas, ciruelas, cerezas, etc., a tal punto que muchas de ellas son enceradas y lustradas para mejorar su aspecto. En hortalizas el brillo está asociado en cierta manera a la turgencia: un verde brillante es uno de los indicadores de la frescura. También puede ser usado como índice de cosecha en berenjena, pepinos, y otros frutos que se cosechan inmaduros, en donde la disminución del brillo indica que se ha desarrollado demasiado y han perdido parte de sus características de sabor y textura. Por el contrario, en melón, palta y otras especies, es indicativo que ha alcanzado la madurez de cosecha.

La textura, conjuntamente con el sabor y aroma, constituye la calidad gustativa. Un tomate sobremaduro, por ejemplo, es rechazado principalmente por su pérdida de firmeza y no por cambios importantes en el sabor o aroma. Si bien es decisivo para la calidad de algunas frutas y hortalizas, en otras tiene una importancia relativa.

La firmeza y el color son los principales parámetros para estimar el grado de madurez de un fruto ya que la maduración inicialmente mejora y ablanda la textura del fruto, lo que asociado a los cambios en el sabor y color, hace que alcance la máxima calidad comestible. Sin embargo, a medida que este proceso continúa, se produce la sobremaduración, que conduce en última instancia a la desorganización de los tejidos y descomposición del producto. La firmeza se usa principalmente como índice de cosecha y es medido con instrumentos que registran la fuerza necesaria para una determinada deformación o resistencia a la penetración de un émbolo de dimensiones conocidas.

La jugosidad es la sensación de derrame de líquidos en el interior de la boca a medida que los tejidos son masticados. El contenido de jugos de muchos frutos se incrementa a medida que madura en la planta.

Flavor

El flavor es la combinación de las sensaciones percibidas por la lengua (sabor o gusto) y por la nariz (aromas) . Sin bien son perfectamente separables unas de otras, por estar tan cerca los órganos receptores, simultáneamente al acto de acercar a la boca, morder, masticar y degustar, estamos percibiendo los aromas, particularmente aquellos que se liberan con la trituración de los tejidos. También es posible, sin embargo, hablar de un sabor/aroma visual, esto es, determinados aspectos externos, particularmente la madurez, permiten anticipar el sabor y/o aroma que se debe esperar al consumir el producto. El ser humano tiene almacenado en su memoria una enorme cantidad de sabores y aromas distintos y

es capaz de reconocerlos sin ver al producto, si ha tenido la oportunidad de haberlo probado previamente.

En frutas y hortalizas, el sabor se expresa normalmente en términos de la combinación de principios dulces y ácidos, la que es un indicador de la madurez y de la calidad gustativa. El contenido de sólidos solubles es una buena estimación del contenido de azúcares totales y muchos frutos deben contener un contenido mínimo de sólidos para ser cosechados. Los ácidos orgánicos (cítrico, málico, oxálico, tartárico) son el otro importante componente del sabor y tienden a disminuir a medida que el fruto madura por lo que la relación con los sólidos solubles tiende a aumentar.

La astringencia (sensación de pérdida de lubricación en la cavidad bucal) y los sabores amargos se deben a distintos compuestos. Son poco frecuentes y cuando existen normalmente disminuyen con la maduración. En aquellos casos en que naturalmente se presentan y constituyen una desventaja, han sido eliminados a través de los programas de mejoramiento genético.

El aroma de las frutas y hortalizas está dado por la percepción humana de numerosas substancias volátiles. Es común que especies de un mismo género posean aromas similares. La palabra aroma normalmente se utiliza para olores agradables, mientras que olor se denomina al Frutas y hortalizas refrigeradas poseen menos aroma pues la liberación de volátiles disminuye con la temperatura. Al igual que el sabor, muchos aromas son liberados cuando se pierde la integridad de los tejidos.

Consistencia (dureza), color, sabor y aroma

A medida que va alcanzando su madurez fisiología y ganando en comestibilidad, la fruta se va ablandando, por disolución de la lámina media de sus paredes celulares. Este ablandamiento puede valorarse subjetivamente, mediante presión ejercida con el dedo pulgar, pero también puede medirse objetivamente obteniendo una expresión numérica de su consistencia, mediante un penetrómetro o un medidor de presión. Para determinar la dureza de la pulpa se hace por medio de la penetromía. El penetrómetro es un dinamómetro que mide la presión o resistencia del fruto a ser penetrado; cuanto más alta es esta presión, más firmeza indicará.

El ablandamiento esta relacionado con los compuestos de las paredes celulares, los cuales se modifican como se menciono anteriormente, los principales compuestos que cambian son las celulosas, hemicelulosas y las pectinas.

La comprobación de la dureza deberá realizarse 10 días antes del periodo normal del inicio de la recolección y debe repetirse a los 6-7 días en los frutos de invierno y cada 2-3 días en verano.

Color

En numerosas frutas, la desaparición del color verde constituye una buena guía con respecto a su grado de madurez. Inicialmente se produce una pérdida

Para la determinación de la madurez sobre la base del color, se utilizan escalas visuales que ilustran el desarrollo o porcentaje de cubrimiento de la superficie del fruto con el color deseado. La intensidad del color puede medirse objetivamente mediante el empleo de alguno de los numerosos tipos de espectrofotómetros de trasmitancia o de reflectancia. También se utilizan los colorímetros que son aparatos electrónicos que miden la intensidad del color. Normalmente poseen una ventanilla por donde se apoya el fruto, una escala graduada que reproduce la intensidad del color de éste.

Sabor y aroma

El sabor y el aroma de frutas y hortalizas depende de la relación de azucares /ácidos, de la riqueza de taninos (astringencia) y de la presencia de numerosos compuestos más o menos volátiles, tales como los ésteres, alcoholes, aldehidos, cetonas, terpenos, etc… El aroma de algunas frutas resulta de centenas de tales compuestos, de los que la cromatografía en fase gaseosa reveló su presencia, aunque por el momento no estén identificados todos; esta composición varía durante la maduración, del mismo modo que también ocurre durante los tratamientos tecnológicos.

Contenido de azúcares (Índice refractométrico)

El índice de refracción de una sustancia, es la razón de la velocidad de un rayo de luz en el vacío respecto a la velocidad del rayo de luz a través de la sustancia. Por conveniencia práctica se refiere a la relación aire – sustancia.

Este índice esta estrechamente ligado al estado de maduración del fruto y, en especial, a su calidad. Con esta medida se puede apreciar la cantidad de

azúcar, ya que el 80% de la materia seca de un fruto está constituida por azucares.

Para determinar el residuo eco, que se expresa en grados Brix, se usa el refractómetro. El índice de refracción de una sustancia varía con la temperatura. Una vez realizada la lectura en el refractómetro debe corregirse el índice obtenido en unas tablas en función de la temperatura ambiente, ya que los refractómetros están regulados a 20ºC. Para la conversión del índice de refracción del fruto en cantidades de azúcares totales (g/l) es necesario acudir a valores tabulados.

Lección 10. Parámetros Químicos y valor nutricionales

Parámetros químicos

Test de iodo- ioduro potásico (Contenido de almidón)

El almidón se forma en los vegetales por la polimerización de azúcares sencillos que, a su vez se han formado en función de la fotosíntesis, y durante la maduración éste se va trasformando otra vez en azúcares sencillos.

Este test permite valorar el grado de hidrólisis del almidón contenido en la pulpa y, por tanto, conocer el estado de maduración, a menos contenido de almidón mayor contenido de azúcares. La degradación de almidón es diferente según la variedad.

Esta evaluación consiste en preparar una solución de IK, iodo en escamas más agua; la regresión del almidón se inicia en la parte central del fruto para continuar progresivamente hacia la epidermis. El fruto se parte en la zona ecuatorial y se impregna las superficies con la solución mencionada, se espera un minuto y se observa la superficie coloreada en un tono azul o violeta como producto de la reacción entre el almidón y el iodo, la intensidad de la coloración indica la cantidad de almidón que contiene la fruta. El resultado deberá observarse en unas tablas de colores.

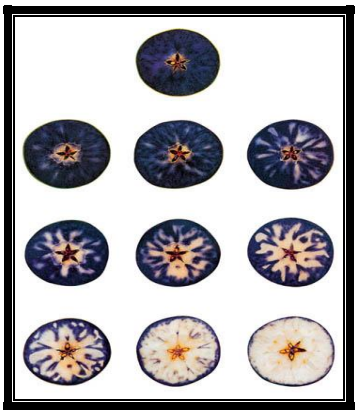


Figura 12: La inmersión en una solución de iodo indica la desaparición del almidón (color oscuro) a medida que la manzana madura.

Acidez total

La acidez es el índice más complejo de determinar, ya que requiere un mínimo de instrumental de laboratorio y una manipulación pero a su vez es fácil de determinar sobre el jugo extraído. Durante la maduración fisiológica y 5organoléptica la acidez decae con frecuencia de un modo muy rápido. La acidez mide la cantidad de ácidos orgánicos contenidos en el fruto.

La prueba se basa en la determinación de la acidez por neutralización del ácido con una base y se expresa en g/l de ácido málico, cítrico o tartárico de acuerdo a los cálculos realizados.

Índice de Thiault (IT). Es un índice orientativo de la calida de la fruta. La cantidad de ácidos y de azúcares son esenciales para obtener un producto de calidad.

Este índice sirve para clasificar según calidades.

$$IT = (10 \times \text{Acidez}) + \text{Azúcares}$$

Donde: acidez expresada en gr/l de ácido málico

Azúcares expresados en gr/l

Cuanto más alto es el índice, más calidad tiene el fruto.

Un IT de 170 en manzanas de la variedad Goleen es el mínimo aceptable para una calidad mínima. Se aconseja que el momento de la recolección tenga un valor de 180.

Valor Nutritivo

Desde el punto de vista nutritivo, las frutas y hortalizas no son suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales diarios, esencialmente por su bajo contenido de materia seca. Poseen un alto contenido de agua y bajo de carbohidratos (exceptuando, papa, yuca y otros órganos subterráneos), de proteínas (salvo las leguminosas y algunas crucíferas) y de lípidos, pero son, en general, una buena fuente de minerales y vitaminas.

La fibra dietética se puede definir como la porción vegetal que no puede ser digerida por las enzimas del tracto digestivo humano aunque sus componentes son metabolizados anaeróbicamente en proporciones variables por la microflora del colon. Son polisacáridos estructurales de las plantas y se dividen en celulosa, hemicelulosas, lignina, pectinas, gomas y mucílagos. La fibra dietética contribuye a la regulación del tránsito fecal, por lo que combate tanto la diarrea como el estreñimiento, contribuye a mantener los niveles de glucosa en sangre y a eliminar parte del colesterol circulante. Es útil en dietas contra la obesidad pues al digerirse en un bajo porcentaje, proporciona pocas calorías y el mayor tiempo y energía necesarios para masticarla hacen que se llegue antes al reflejo de la saciedad. En un adulto sano se considera óptima la ingesta diaria de 25 a 30 gramos de fibra dietética.

CAPITULO 3. METODOS DE CONSERVACIÓN

Actividad Inicial.

Explique con sus palabras la importancia de los métodos de conservación y qué parámetros se deben tener en cuenta para seleccionar el más indicado.

Realice una lista con los métodos físicos y los métodos químicos de conservación.

Las frutas y hortalizas por ser organismos vivos a partir de su recolección inician un estado continuo de deterioro como resultado de su descomposición fisiológica, daños físicos, pérdida de humedad y contaminación de microorganismos. Se hace necesario mejorar la calidad en las materias primas, los procesos, los productos, empaques y en el sistema de distribución.

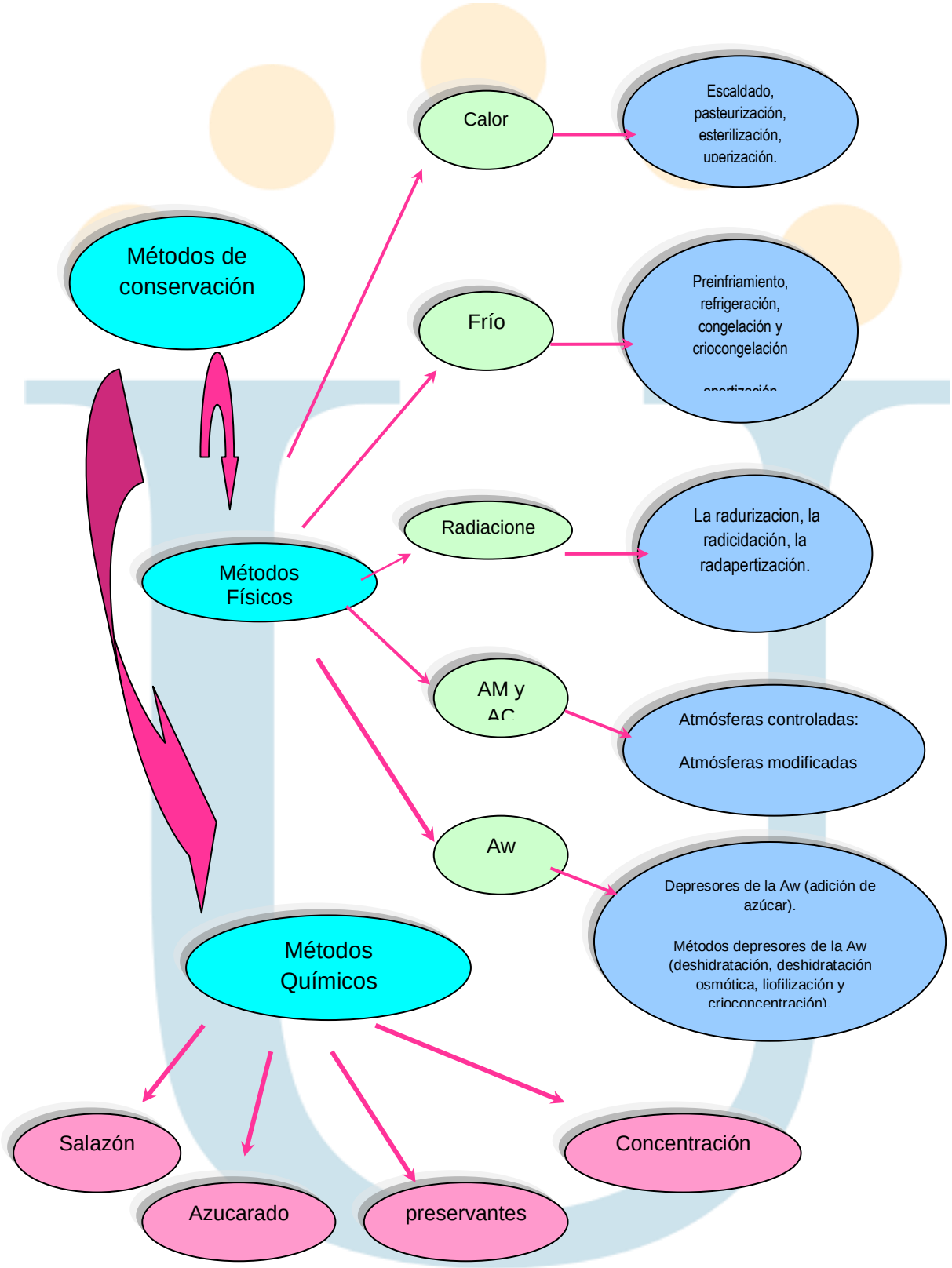
En el deterioro de las frutas y verduras, las principales condiciones internas del alimento que influyen en el desarrollo microbiano son: Contenido de humedad o disponibilidad del agua (aw), acidez y pH, capacidad tamponizante (buffer), potencial oxirreducción (Eh), composición nutricional, grado de madurez, presencia de constituyentes antimicrobianos y su estructura.

Las condiciones externas al alimento que influyen en el desarrollo de MO son: temperatura, humedad relativa, composición de la atmósfera o del medio que rodea al alimento, grado de contaminación, flora o presencia de agentes depredadores circundantes y las radiaciones.

En todos los casos el grado del daño por Microorganismos (MO) a la fruta está en proporción exponencial al tiempo en que permanezcan sometidas a las anteriores condiciones que favorecen la contaminación y deterioro.

Existen técnicas de conservación que permiten controlar el daño producido por los MO a las frutas. Entre las técnicas, hay unas tradicionales, que usan uno o dos efectos intensos, que aunque logran detener las reacciones bioquímicas de deterioro propias del material biológico y además controlar los MO que normalmente pueden contaminar las frutas, disminuyen la calidad del alimento final. Otras técnicas se basan en la aplicación de varios efectos moderados que no prolongan demasiado la vida útil pero si mantienen mejor las características de calidad de los productos; estos son las nuevas orientaciones en la conservación moderna de alimentos. Entre las técnicas más usadas esta el empleo adecuado de calor, frío, control de la actividad del agua, del oxígeno del aire, del ácido, presencia de sustancias químicas u otras cepas competitivas y la aplicación de radiaciones. Todos estos procedimientos de conservación para frutas y hortalizas se pueden clasificar de acuerdo como se observa en la figura 13.

Fig13. Métodos de conservación



Lección 11. Métodos Físicos de conservación

1. Conservación por calor.

Con estos métodos se busca la destrucción total de gérmenes patógenos y sus esporas. Los factores a tener en cuenta para la utilización de calor como técnica de conservación son:

2 Tiempo y temperatura de penetración de calor en el alimento
3 Grado de contaminación del alimento
4 Contenido de agua en el alimento
5 Valor de pH y acidez

En los métodos de conservación por calor se tiene que hablar de la denominada esterilidad comercial y por lo tanto de alimento estéril el cual se define como un producto que ha sido sometido a un tratamiento térmico y que no se altera en condiciones normales de almacenamiento ni supondrá un peligro para la salud del consumidor.

En frutas (y en carnes), se debe tener especial cuidado con aquellas que van ha ser sometidos a esta clase de tratamiento y que tienen un pH < de 4.5, ya que una variación en el aumento de pH puede permitir, la proliferación de esporas de microorganismos causantes de intoxicaciones por alimentos que han sobrevivido al proceso de pasteurización aplicado Al alimento. Es importante controlar la alteración de productos ácidos (pH <4.5), ya que los propios gérmenes de alteración pueden aumentar el pH permitiendo dentro del alimento la multiplicación de otros patógenos como el clostridium botulinum.

Los métodos de conservación por calor son: Escaldado, pasterización, Esterilización y Uperización.

Control de crecimiento microbiano en el tratamiento térmico

El único criterio práctico para determinar la muerte de un microorganismo es el fallo de su multiplicación en condiciones favorables.

La valoración del tratamiento térmico consiste en el análisis matemático de los datos de supervivencia y su relación con los cálculos de tratamiento.

Los cálculos son:

a. Tiempo de reducción decimal o valor D.
b. Valor
c. Valor F
d. Eficacia letal
e. Unidades de pasteurización o valor UP
f. Cocción botulínica

a). Tiempo de reducción decimal o valor D

Es el tiempo de tratamiento a una temperatura (Tº) que es preciso aplicar a una población microbiana para destruir el 90% de las esporas o células vegetativas.

b). Valor z

Corresponde al número de grados que es preciso aumentar la temperatura de un tratamiento para aplicar a una población microbiana para destruir el 90% de las esporas o células vegetativas.

c). Eficacia letal (L)

Usando el valor z puede calcularse la eficiencia letal L a partir de:

$$L = \text{Log-1}\ (T - T_{ref}) / z$$

La eficacia letal (L), expresa la letalidad de un(1) minuto a cualquier temperatura en función de una temperatura de referencia (Tref). Ejemplo:

Para una temperatura de referencia Tref = 121,1 ºC

$$z = 10C^{o}$$

$$T = 111{,}1^{o}C$$

La eficacia letal será:

$$L = \text{Log-1}\ \frac{(111{,}1 - 121{,}1)}{10}$$

$$L = 0.1 = 1$$

Así, un minuto (1), A 111.1 ºC ejerce el mismo efecto que 0.1 para 121,14ºC en términos de letalidad.

Es importante aclarar y tener en cuenta que z se expresa de esta forma Cº y no ºC, ya que z representa un cambio de 10 grados centígrados y no una temperatura de 10ºC.

d). Valor F

Es una medida del efecto letal total sobre los microorganismos que son sometidos a un tratamiento térmico.

Existe un Fc, que indica el valor F en el centro del envase. Un Fo que indica un F equivalente en minutos a 121.1 ºC y u n Fs que es la letalidad integrada del calor recibido por todos los puntos en un recipiente.

Cuando se someten a tratamientos térmicos alimentos de baja acidez con un valor de pH de 4.5 debe aplicarse un proceso equivalente en letalidad como mínimo a Fo = 3 minutos y un valor z de 10 Cº para que sea mínimo el riesgo de supervivencia de las esporas del clostridium botulinum.

e). Unidades de pasteurización o valor U

Con temperaturas inferiores a 100ºC, resulta más conveniente utilizar los valores de pasteurización (UP) en lugar de los valores F (UHT) y esterilización.

La principal diferencia con los valores F estriba en que mientras q los valores F suelen tener una temperatura estándar de referencia (121.1 ºC y z = 10Cº), los valores UP carecen de temperatura de referencia o estándar que es apropiada para su tratamiento particular y un valor z apropiado para el microorganismos que desean controlar.

F). Cocción botulínica

Las esporas del clostridium botulinum resisten al calor lo suficiente para sobrevivir a un tratamiento a temperaturas superiores a 100ºC. esta propiedad determina la aplicación de la cocción botulínica mínima. Este es un proceso equivalente en letalidad a 3 minutos (Fo = 3) a 121.1 ºC. calculado a un valor z = de 10Cº.

Escaldado

Tratamiento térmico en donde el producto es sometido a temperaturas entre 80 y 100ºC utilizando vapor o agua durante un tiempo de retención que depende de las características del producto y luego un enfriamiento rápido por ducha, inmersión o aire. Con este tratamiento se busca la inactivar parte de las enzimas tisulares, destruir bacterias vegetativas, mohos y levaduras que puedan incidir durante la conservación. Expulsa el aire atrapado entre las células, fija el color y en las hortalizas disminuye su volumen, remueve sabores y olores indeseables.

El objetivo principal es inactivar enzimas y esto se realiza para evitar el pardeamiento enzimático, pérdidas de textura y disminución de la viscosidad. El escaldado constituye un tratamiento previo al secado, la apertización o congelación.

Los métodos de escaldado más usados son por inmersión en agua y exposición al vapor de agua. Los de inmersión en agua son de tres tipos:

- Los de rueda perforada sumergida parcialmente en un tanque de agua hirviendo. Los cilindros giratorios con aberturas de entrada y salida apropiadas y los de tornillos sinfín.

Las ventajas que tiene este método, se pueden utiliza temperaturas inferiores a 100ºC, se regula mejor la temperatura y el agua puede utilizarse como solvente de aditivos. Entre las desventajas tenemos que solubiliza nutrientes hidrosolubles y no se puede trabajar en forma continua

- El método por vapor de agua se realiza mediante la inmersión de un producto en una cámara de vapor a través de una cinta o cadena transportadora metálica que atraviesa un túnel en el cual el producto esta rodeado de chorros de vapor vivo.

Entre las ventajas tenemos: Produce menos pérdidas nutricionales, no presenta problemas de contaminación y se puede trabajar en forma continua.

Una segunda parte del escaldado corresponde al enfriamiento, la forma más clásica de este proceso es la inmersión del producto en agua. Este procedimiento provoca no sólo un consumo extra de agua, sino también un aumento de la contaminación, por lo que la aplicación de buenas prácticas de manufacturación y control de procesos es indispensable. En la tabla 8. se relacionan los objetivos del escaldado

Pasteurización:

Es un tratamiento térmico menos severo que la esterilización y que sólo conduce a una destrucción selectiva de la flora microbiana presente; por lo general, se práctica a temperaturas que no sobrepasen los 100ºC entre 65o y 75ºC, durante un tiempo de 20 a 30 minutos, dejándolo enfriar rápidamente (depende del tipo de liquido). El objetivo de la pasterización es destruir los gérmenes patógenos y un porcentaje alto de la flora microbiana manteniendo la estructura, composición y características sensoriales de los productos alimenticios, y deben después ser conservados bajo condiciones de frió. Generalmente el tratamiento consiste aplicar temperaturas a 72º C durante 15 ó 20 segundos, seguido de un enfriado rápido a 4º C. Este tipo de procedimiento se utiliza en zumos de frutas. Los factores que se deben tener en cuenta para realizar este proceso son el tiempo y temperatura. Un exceso en la temperatura produce olores y sabores desagradables en el producto final.

Por ejemplo en derivados de la leche: la pasterización a baja temperatura se realiza de 60ºC a 70ºC durante 30 minutos, y la pasterización a alta temperatura se hace de 70ºC a 80ºC durante 20/30 segundos.

Tabla 8. Objetivos del escaldado

PREVIOS A LA LIOFILIZACIÓN	**Destrucción enzimática**	**Se trata de impedir cierto número de alteraciones organolépticas como las modificaciones de aromas, los cambios de color. También se trata de limitar ciertas pérdidas nutricionales como la destrucción de vitaminas.**
	Reducción de la carga microbiana	**Reducir a la mitad la carga microbiana.**
PREVIOS A LA APERTIZACIÓN	**Destrucción enzimática**	**Está claro que los baremos de esterilización implicados en la apertización son más que suficientes para la destrucción de enzimas; el escaldado en este caso juega papeles diferentes.**
	Eliminación del gas ocluido en los tejidos	**Este es, sin duda, el papel más importante. Durante el calentamiento, los tejidos liberan gases (nitrógeno oxígeno) que deben ser liberados antes del envasado, dado que su presencia ocasionaría una sobrepresión interna, con riesgo de abombamiento de los botes.**
	Llenado en caliente	**Se toma generalmente la precaución de llenar los botes con líquido de gobierno caliente de manera que**

		el cerrado tenga lugar bajo atmósfera de vapor y que el aire sea expulsado. El escaldado permite envasar los vegetales calientes e impedir un enfriamiento del líquido de gobierno al entrar en contacto con aquellos que estarían fríos. Por otro lado el escaldado facilita el envasado por la homogenización de la densidad del producto.
PREVIOS A LA CONGELACIÓN	**Destrucción enzimática**	**Alrededor de – 18ºC, la actividad enzimática esta muy reducida, pero sería necesario un almacenamiento a -40ºC para conseguir el cese de esta actividad. Del mismo modo, si el escaldado produce pérdidas de vitaminas, también permite, globalmente, limita estás pérdidas por eliminación de los enzimas responsables de la destrucción.**
	Eliminación del gas ocluido en los tejidos	**En este caso su principal interés es limitar los fenómenos de oxidación. Con el fin de verificar la eficiencia de una operación de escaldado, se ensaya la ausencia de peroxidasa, enzima considerado como el más termoresistente a las temperaturas de escaldado.**

La pasteurización se aplica en los siguientes casos:

- cuando un calentamiento más excesivo motivaría desde el punto de vista organoléptico un deterioro del alimento.
- cuando se busca únicamente la destrucción de algunas especies patógenas, ante el peligro de que estuviesen presentes.
- Cuando resulta apropiado destruir microorganismos que se desarrollan en competencia con una fermentación deseable, que puede obtenerse entonces por la adición de cultivos seleccionados
- Cuando las características físico-químicas del producto, especialmente a pH bajo (baja acidez; pH <4.5), permiten eliminar fácilmente numerosas categorías de microorganismos e impiden la proliferación de las especies más termoresistentes (frutas y zumos de frutas).

Corrientemente, la pasteurización en frutas y zumos de frutas va asociada a otras medidas, tal como el empleo de embalajes cerrados herméticamente, algunas veces bajo vacío; la refrigeración, la adición de ácidos, de azúcares y sales

Los tipos de pasteurización son aplicados a los productos siguientes:

a). Productos llenados en frío: como encurtidos de hortalizas que pueden ser calentados desde los 20-25 ºC de su temperatura de llenado hasta su temperatura de pasteurización de 65-75ºC.

b). Productos llenados en caliente: tales como zumos de fruta, en los que el producto llenado a unos 80ºC recibe un tratamiento de pasteurización durante 10º minutos a 85-90ºC.

Esterilización.

Tratamiento en el que se aplican temperaturas superiores a 100ºC (normalmente al margen de 115-121ºC). Para realizar este procedimiento se utilizan las autoclaves con vapor a presión o esterilizadores para asegurar la destrucción de todos los gérmenes y enzimas y la eliminación de toda actividad microbiana.

El valor nutritivo de las conservas, debido a las condiciones de fabricación y el reducido tiempo de calor, es bastante óptimo, ya que no existe alteración de proteínas, carbohidratos ni lípidos. La vitamina C de las verduras se conserva en más del 50% y en el 95% en las frutas y zumos de frutas. Las vitaminas del grupo B se preservan en un 80% y las vitaminas liposolubles A, D, E y K, sensibles a la luz y al aire, quedan protegidas en los recipientes opacos y herméticos (los envases de vidrio, debido a que dejan pasar los rayos ultravioletas, perjudican a las vitaminas en su conjunto).

Los esterilizados no necesitan el frío. Los alimentos estériles pueden conservarse por períodos de seis meses a dos años, después de este tiempo el producto se altera por reacciones químicas, cambios de textura y sabor que impiden su consumo.

Entre los factores a tener en cuenta para el proceso de esterilización tenemos: Forma y tamaño del recipiente, temperatura inicial del producto, consistencia del producto, porcentaje de coloides presentes, composición del líquido de llenado y pH del producto.

Uperización y Apertización

Uperización

Se ha desarrollado el procedimiento de esterilización UHT que consiste en aplicar elevadas temperaturas durante cortos tiempos para que el mantenimiento de nutrientes en el alimento sea el máximo y las modificaciones de olor y sabor del producto las mínimas. Denominado también proceso UHT (ultra-high temperatura), se eleva la temperatura a 150ºC, por inyección de vapor saturado por un tiempo de 1 o 2 segundos y luego se enfría a 4ºC, eliminando el total de bacterias y esporas.

Las pérdidas vitamínicas son mínimas: menos del 10% para las vitaminas C y B_1 y menos del 20% para la vitamina B_2. El valor biológico de las proteínas no disminuye. La conservación del producto puede durar meses.

Este tratamiento tiene como característica tratar el producto fuera del envase y posteriormente introducirlo en un recipiente comercialmente estéril que se cierra en un ambiente aséptico. La uperización consiste en una esterilización sometida a una corriente de vapor de agua recalentado, manteniendo el líquido en una corriente turbulenta, a una temperatura de 150ºC menos de un segundo, consiguiéndose un periodo mayor de conservación que con la pasteurización.

Apertización

Este procedimiento consiste en esterilizar simultáneamente el contenido y el continente en autoclave; siendo el envase habitualmente, una lata metálica sellada tras el llenado. Este procedimiento es aplicado en conservas de vegetales y frutas enlatadas principalemte.

Es importante aclarar que la apertización es una esterilización aplicada a conservas (enlatados), donde la esterilización se realiza en autoclave

Este tratamiento conseguirá destruir o inhibir totalmente los enzimas, así como los microorganismos y sus toxinas cuya presencia y proliferación podría alterar el producto considerado o hacerlo impropio para el consumo. La hermeticidad del recipiente es una condición indispensable para mantenerlos alejados de contaminaciones exteriores.

Lección 12. Conservación por frio

Preenfriamiento

El término preinfriamiento se aplica de modo impreciso; generalmente abarca cualquier descenso de la temperatura previo al embarque, al almacenamiento o al tratamiento industrial a que el producto se destine. Una definición estricta de preinfriamiento exigirá aplicar este término que aseguren que el producto se enfría rápidamente, y en cualquier caso no más tarde de las 24 horas siguientes de la cosecha. No existe una definición legal de preinfriamiento, por lo que la definición debe ser imprecisa y flexible como para abarcar las necesidades de frío de diversos productos, en relación con la longitud de almacenamiento requerida.

El preinfriamiento es la disminución de la temperatura de frutas y hortalizas luego de la recolección, hasta una temperatura adecuada para el producto según su clase, variedad, tiempo de almacenamiento, sistemas de transporte y destino final.

El preinfriamiento de productos vegetales frescos se traduce en beneficios fisiológicos y económicos. La disminución de la temperatura frena la intensidad respiratoria retrasando la supermaduración, minimiza los procesos de deshidratación, disminuye el ataque de microorganismos, y adicionalmente disminuye la cantidad de calor a eliminar en el almacenamiento y transporte.

La selección de la técnica dependerá de:

- Las características de transferencia de calor del producto.
- La proporción de la superficie volumen del mismo.
- Lo perecedero que sea el producto.
- El costo de la operación.
- Adaptabilidad del método a las instalaciones existentes.
- Temperatura del producto al efectuarse la recolección
- Período de almacenamiento deseado

Tabla 9. Técnicas de preinfriamiento para frutas y hortalizas

Agente de enfriamiento	Técnica o sistema de enfriamiento	Denominación, instalación o equipo de prerrefrigeración
	En cámara	Cámara convencional Cámara de prerrefrigeración
	En túnel	Túnel de prerrefrigeración: - continuo

Aire frío		- discontinuo
	Por chorros de agua	Túnel de chorro de agua
	Por aire forzado	Túnel de aire forzado
Agua fría	Inundación	Transportador de Banda - continúo - discontinúo
Hielo	Hielo recubriendo envases Hielo en trozos mezclado con el producto	

Fuente: Colfrigos; Frigoríficos de Colombia S.A.

Tabla 10. Especies que pueden ser preenfriadas con hielo.

Acelga	Cebolla verdeo	Espinaca	Puerro
Arveja verde/china	Col, rábano	Maíz dulce	Repollo Brúselas
Berro	Escarola	Melón cantalupo	Repollo chino
Brócoli	Endivia	Perejil	Zanahoria

Fuente: Sargent et al., 2000; McGregor, 1987.

Tabla 11. Especies que pueden ser preenfriadas por vacío.

Acelga	Endivia	Maíz dulce	Repollo Bruselas
Apio	Escarola	Poroto lima	Repollo chino
Arveja china	Espinaca	Poroto chaucha	Zanahoria
Berro	Hongos	Puerro	
Coliflor	Lechuga	Radiccio	

Fuente: Sargent et al., 2000; McGregor, 1987.

Métodos de Preinfriamiento

a. Por aire forzado

Es probablemente el más versátil de todos los sistemas de preenfriamiento ya que prácticamente se puede usar en todas las especies. Es lento comparado con el hidroenfriado, pero es una buena alternativa para aquellos productos que requieren de una rápida remoción del calor, pero que no pueden ser enfriados por vacío, humedecidos, o que tampoco toleran el cloro que se agrega al agua del hidroenfriado. Como desventaja se debe mencionar que si no se usa un flujo adecuado de aire humedecido, se incrementa el ritmo transpiratorio. Además, para ser usado eficientemente, es muy importante que los envases estén diseñados para permitir el movimiento de aire a través de ellos, particularmente cuando se hallan estibados o paletizados. Las unidades próximas a las aberturas de los envases tienden a perder temperatura más rápidamente que aquellos del interior que están más protegidos, por lo que es necesario un manejo adecuado para lograr un enfriado uniforme.

b. Hidroenfriado

En este caso el agua es el medio refrigerante y por su mayor capacidad para extraer el calor, hace que sea un método mucho más rápido que el enfriado por aire. El hidroenfriado puede realizarse por inmersión o por aspersión o lluvia de agua fría. En este último caso, es necesario que se realice en capas finas, para lograr una temperatura uniforme. No todos los productos se adaptan a este método ya que deben tolerar el mojado, el cloro y no estar sujetos a la infiltración del agua dentro del fruto. El tomate, espárrago y muchas hortalizas de hoja son hidroenfriados comercialmente. El agua es normalmente recirculada por lo que es muy importante la adición de cloro (150-200 ppm) para evitar la acumulación de patógenos y su dispersión a otros tejidos vegetales sanos.

c. Por contacto con hielo

Probablemente uno de los sistemas más antiguos para disminuir la temperatura de campo. La forma más frecuente es una cobertura de hielo antes de cerrar el envase. A medida que se va derritiendo, el agua va enfriando a las capas inferiores. También se pueden intercalar capas de hielo y producto. Una modificación es el agua-hielo (40 por ciento agua + 60 por ciento hielo + 0,1 por ciento sal), la que es inyectada dentro del envase formando con el producto un gran bloque.

La principal desventaja de este sistema es que está limitado a aquellas frutas y hortalizas que toleran el contacto con el hielo además de incrementar el costo por el aumento de peso y la necesidad de usar envases sobredimensionados.

Adicionalmente, a medida que se derrite, el agua moja depósitos, contenedores y locales de venta.

d. Evaporativo

Es uno de los métodos más simples de preenfriado y consiste en forzar la circulación de aire seco a través del producto que es mantenido húmedo. La evaporación del agua superficial extrae el calor del producto. Este método tiene muy bajos requerimientos energéticos pero la capacidad de enfriado está limitada por la capacidad del aire para contener humedad, por lo tanto, este método es útil solamente en áreas de muy baja humedad relativa del ambiente.

e. Por vacío

Es el más rápido de todos los sistemas de enfriamiento y basado en el mismo principio que el anterior, esto es, la captura de calor por un líquido que se evapora a muy baja presión. El agua se evapora a 100 ºC a una presión normal de 760 mmHg, pero a 1 ºC si la presión es reducida a 5 mmHg. El producto es colocado en contenedores sellados en donde se realiza el vacío (Figura 57). Bajo estas condiciones se produce una pérdida de 1 por ciento de peso fresco por cada 5 ºC de reducción de la temperatura. En los sistemas más modernos, esta pérdida de peso fresco es controlada mediante aspersores internos que se ponen en funcionamiento en respuesta a la disminución de la presión. Al igual que el anterior, son sistemas ideales para hortalizas de hoja en general, por la gran superficie evaporante en relación con el volumen.

Refrigeración[3]

Es el proceso de retirar el calor de un producto o alimento reduciendo su temperatura o y manteniéndolo en un nivel adecuado sin llegar a su punto de congelación o formación de cristales. Emplea temperaturas superiores a las de congelación del agua en una escala de 15ºC hasta -2ºC. Es considerada como factor primordial en el mantenimiento de la calidad.

El uso apropiado de bajas temperaturas retardará:

- ✓ La respiración y otras actividades metabólicas.
- ✓ El envejecimiento por maduración, ablandamiento, cambios de textura y color.

[3] Colfrigos. Frigorificos de Colombia

- ✓ Pérdida de humedad.
- ✓ Descomposición por invasión de bacteria hongos y levaduras.
- ✓ Cambios de sabor.
- ✓ La velocidad de reacciones químicas y físicas
- ✓ La reducción de la Tº en el alimento tiene un efecto sobre los procesos fisiológicos y las reacciones bioquímicas que constituyen el proceso metabólico, disminuyendo la velocidad y el ritmo de los procesos de respiración, maduración y deterioro.

Beneficios:

- preservación de productos
- modificación de textura y consistencia
- mantenimiento de productos por tiempos más costos que la congelación

Las frutas y verduras frescas que van a ser conservadas en condiciones de refrigeración, deberán estar libres de grietas en la piel, raspaduras, magullamientos, golpes o cualquier daño mecánico que facilite el ataque de microorganismos, también deben estar exentos de ataques por hongos, bacterias e insectos.

Condiciones para la refrigeración

- **Temperatura**

El almacenamiento refrigerado debe garantizar la temperatura adecuada para el producto que se almacena, que esta sea homogénea en toda la extensión de la cámara frigorífica. Para obtener la temperatura deseada deben considerarse: La temperatura inicial del producto, distribución del aire y capacidad de la cámara frigorífica.

- **Humedad Relativa**

La mayoría de las frutas y verduras contienen entre el 80% y 95% de su peso en agua y parte de esta es susceptible de perderse por evaporación, durante el almacenamiento refrigerado sino se mantienen niveles adecuados de humedad en el ambiente de las cámaras frigoríficas, evitando el desarrollo de fenómenos de

deshidratación o marchitamiento cuando la humedad es baja y en humedades relativas altas favorece el crecimiento de microorganismos.

- **Circulación de aire**

Este depende del tipo de empaque y de la disposición de los arrumes o estibas del producto dentro de la cámara frigorífica. La buena disposición permite remover constantemente el calor producido por la respiración de los productos y eliminar olores y sabores alterados durante el tiempo de almacenamiento. Se recomienda velocidad de 15 a 23 metro/minuto.

- **Luz**

El sitio de refrigeración debe estar poco iluminado, esto promueve la germinación de algunos vegetales, los cambios, los cambios de color y el desarrollo de malos olores.

- **Asepsia en cámaras frigoríficas**

Los cuartos de almacenamiento deben ser sometidos a procedimientos de limpieza y desinfección, generalmente se utilizan productos clorados como el hipoclorito de sodio en soluciones de 0.25% para limpiar pisos, superficies y estibas. Es recomendable la rotación de los desinfectantes para evitar que hongos, bacterias y levaduras desarrollen resistencia a los mismos. La toma de muestras de ambiente permite medir la eficiencia de los procesos de limpieza y desinfección.

- **Bodega refrigerada**

Es una construcción relativamente hermética, aislada térmicamente del exterior y con un equipo de refrigeración capaz de extraer el calor generado por el producto para dispersarlo en el exterior. Debido al ritmo metabólico intenso de muchas frutas y hortalizas, el equipo debe tener una gran capacidad refrigerante para eliminar el calor respiratorio. Es necesario, además, que pueda controlarse precisamente la temperatura y la humedad relativa en el interior de la bodega.

El sistema de refrigeración mecánica posee esencialmente dos componentes: el evaporador, dentro de la bodega y el condensador en el exterior conectados por un circuito cerrado de tuberías de cobre. Ambos elementos son normalmente

serpentinas metálicas de alta conductividad térmica con aletas y un forzador para facilitar el intercambio térmico. El evaporador se ubica sobre la parte superior de la cámara cuyo ventilador impulsa el aire frío en forma paralela al techo el que luego de pasar por el producto, transfiere a la serpentina el calor tomado, proceso en el cual el aire se enfría nuevamente. A medida que va absorbiendo el calor, el líquido refrigerante en su interior se va gasificando. Ya como gas, es transportado al condensador (en el exterior) en donde es licuado nuevamente mediante la presión generada por el compresor. Al transformarse en líquido, cede al ambiente el calor que trae desde el interior de la cámara. Al repetirse este ciclo en forma continua, funciona como una bomba extractora del calor interno. Una válvula de expansión que regula el flujo y la evaporación del líquido refrigerante es otro de los elementos claves del sistema. El amoníaco y el gas freón han sido los refrigerantes tradicionales, pero en la actualidad están siendo reemplazados por otros gases menos contaminantes.

Para asegurar el máximo beneficio de la refrigeración no solamente es necesario dimensionar adecuadamente la estructura y materiales de aislamiento térmico, sino también la capacidad del equipo refrigerante, el cual además de extraer el calor proveniente del producto, debe eliminar la ganancia a través de las paredes, techo y piso, y aquel generado por la operación, tales como motores, luces, motoelevadores, etc.

Cada especie tiene un rango de temperatura y humedad relativa óptimo para su conservación y en muchos casos, las distintas variedades poseen distintos requerimientos. En almacenamientos refrigerados prolongados siempre es conveniente almacenar solamente una misma especie para poder optimizar los requerimientos de temperatura y humedad relativa específicos de la variedad considerada. Las incompatibilidades de temperaturas, humedad relativa, sensibilidad al frío y al etileno, la absorción o emisión de olores contaminantes y otras, determinan que el uso del mismo espacio refrigerado para almacenar distintas especies sólo sea posible por períodos cortos (hasta 7 días, dependiendo de las especies) o bajo condiciones de transporte. Especies muy incompatibles no deberían estar juntas más de 1 o 2 días dentro de un mismo ambiente.

Congelaciòn

Es un proceso en el cual los productos se someten a temperaturas inferiores a las de su punto de congelación, o sea a temperaturas en las cuales el agua libre de dichos alimentos se congela. El producto final es un bloque sólido; es el cambio

de líquido a sólido que implica una pérdida de energía. Se considera que un producto esta congelado cuando el 80% del agua libre está a una temperatura de -10ºC. El centro térmico del producto debe estar congelado y preferiblemente a una temperatura de – 18ºC.

Este proceso no afecta la textura, las reacciones químicas y enzimáticos no deterioran el producto y no se desarrollan microorganismos patógenos. Con la congelación se busca fijar la estructura del tejido y aislar el agua bajo la forma de cristales de hielo para que no actué como disolvente ni como reactivo.

En la congelación encontramos dos variables, la velocidad de congelación y el tiempo. La velocidad puede ser lenta y rápida. La velocidad rápida se realiza por medio de aire que circula de forma natural o ventiladores a una temperatura de -15ºC y -29ºC, con un tiempo de 3 a 12 horas. La congelación rápida, el alimento es inmerso en el refrigerante o por corrientes de aire a través del producto a congelar. La velocidad esta determinada por la resistencia a la transmisión del calor y a la diferencia de temperaturas entre el producto y el medio de enfriamiento.

Las resistencias a la transmisión de calor dependen de factores como la velocidad del aire, el espesor y composición del producto, agitación y el grado de contacto entre el alimento y el medio de enfriamiento.

Algunas situaciones que aumentan la velocidad de congelación son:

- Alta diferencia de temperaturas entre el alimento y el refrigerante,
- Tamaño del alimento y su envase;
- Mayor velocidad del aire refrigerado o del refrigerante circulante,
- Mayor contacto entre el alimento y el medio de enfriamiento
- Efecto de refrigeración o capacidad térmica del refrigerante.
- Envase impermeable al vapor de agua y gases, evitando la oxidación y su decoloro.

La congelación puede dañar a algunos alimentos debido a que la formación de cristales de hielo rompe las membranas celulares. Este hecho no tiene efectos negativos en términos de seguridad (de hecho, también mueren células bacterianas), sin embargo, el alimento queda menos crujiente o firme. Entre los alimentos que no resisten a la congelación se encuentran las verduras para ensaladas, los champiñones y las bayas.

Los cambios que ocurren durante la descongelación dependen de los procesos realizados en la congelación y almacenamiento. Si se realiza una descongelación rápida el riesgo de desarrollo microbiano es mínimo y las pérdidas son bajas. Las frutas para consumo directo se descongelan a la temperatura ambiente, productos como las espinacas deben pasar por calor y hay frutas que se recomiendan utilizarlas congeladas en los procesos.

La mayoría de las hortalizas deben escaldarse antes de la congelación para prevenir la pérdida de sabor y el cambio de color durante el almacenamiento. Las temperaturas de congelación óptimas son 0 a 5 F (-15 a -18 C).; Los envases para frutas y vegetales congelados deben proteger el alimento de pérdida de peso, deshidratación, quemaduras y alteraciones en la capa superior. Resistir la exudación de productos de alto contenido de humedad, además deben contener tan poco aire como sea posible con el fin de evitar la oxidación durante el almacenamiento. Algunos recipientes adecuados son las bolsas de plástico denso, los paquetes de papel de aluminio prensado, los tarros de vidrio y los envases de cartón encerado

Los principales cambios que se presentan en las frutas y verduras durante almacenamiento son en la textura, oxidación enzimática de los lípidos y en la oxidación de la clorofila. Los cambios en la textura se deben a las alteraciones estructurales de las membranas proteicas y en la celulosa de los tejidos de sostén por la formación y crecimiento de los cristales de hielo y el aumento de la concentración de soluto. La oxidación enzimática de los lípidos de los tejidos escaldados y sin escaldar produce olores y sabores desagradables y La presencia de lípidos oxidados, produce oxidación de la clorofila en las hortalizas verdes.

Los cambios físicos ocurridos en los productos congelados durante el almacenamiento pueden ser por recristalización y sublimación. La recristalización hace referencia a la variación de temperatura, a medida que aumenta la calidad del producto se deteriora. La sublimación o quemadura por frió se conoce por la aparición de manchas blancas, debido a la deshidratación por sublimación de los cristales de las capas superficiales, los espacios vacíos se llenan de aire uniéndose lentamente provocando una refracción difusa de la luz con la recuente aparición de manchas grises.

La descongelación debe realizarse rápidamente para evitar que el producto permanezca durante largo tiempo a temperatura promedio de 0ºC, y se formen cristales de hielo grande, favoreciendo el desarrollo de microorganismos

psicrófilos que se alimentan de las sustancias disueltas por el exudado. Los métodos de descongelación pueden ser:

- Conducción: Aire. Agua. Vapor
- Descongelación dieléctrica: Radiofrecuencia. Microondas
- Hornos.

	Según la química de Alimentos. Un razonamiento válido para explicar por qué los tejidos vegetales y animales se congelan con mayor velocidad que el proceso de descongelación podría ser la diferencia entre los valores de conductividad y difusividad térmica y su relación con su estructura molecular del agua en la capacidad de formación de puentes de hidrogeno entre moléculas para absorber grandes cantidades de calor. ¿Está de acuerdo? ¡Anímese y redacte su propio criterio!

Daño por frío

Como se dijo anteriormente, la refrigeración es la herramienta más ampliamente usada para extender la vida poscosecha de las frutas y hortalizas. Un inadecuado manejo de las bajas temperaturas conduce a un acelerado deterioro de la calidad. El congelamiento, (exposición prolongada a temperaturas inferiores a 0 °C), produce la formación de cristales de hielo que destruyen los tejidos vegetales con síntomas que se manifiestan una vez que son descongelados como una pérdida de turgencia, presencia de exudados y la desorganización general de los tejidos. El daño por congelamiento es poco frecuente al nivel de almacenamiento refrigerado, ya que ocurre normalmente por descuido o por el mal funcionamiento de los equipos o controladores de temperatura.

En los productos hortofruticulos, las temperaturas cercanas al punto de congelación pueden causar alteraciones metabólicas irreversibles denominadas daños por frío. En el mango los daños por frío originan cambios en el contenido de azucares y descenso en el total de azúcares solubles, en el banano y la papaya causa hidrólisis lenta de almidón, en la papa y el maíz tierno se pierde el equilibrio entre almidón y azúcar (glucosa), causando acumulación de glucosa (endulzamiento) en la papa a 6ºC por la dificultada en la reconversión del almidón.

Menos evidente es otro daño conocido como «chilling» o daño por frío, que se presenta en muchas especies que no toleran exposiciones prolongadas a

temperaturas en el rango de 0 - 15 °C. La mayor parte de las especies sensibles son de origen tropical o subtropical como tomate, pimiento, berenjena, zapallo, zapallito, batata, banana pero también puede afectar a algunas de clima templado como espárrago, papa, algunas variedades de manzana, duraznos, y otras. En estas últimas el rango de temperaturas críticas es generalmente menor (0-5 °C) a diferencia de las primeras en donde el daño se produce a temperaturas en el rango de 7-15 °C.

Los síntomas de este daño se observan cuando el producto retoma la temperatura ambiente y dependen de la especie considerada. Por ejemplo, en el banano se presenta como un ennegrecimiento general de la cáscara, en tomate, pimiento, berenjena y otros frutos, como manchas hundidas asociadas a podredumbres y con una maduración desuniforme y acelerada. En muchos casos se presentan pardeamientos o ennegrecimientos internos u otros cambios de color. La magnitud del daño por frío depende de la especie considerada, de la severidad de la temperatura a que fuera expuesta y la duración de la misma. En general, los frutos inmaduros son más susceptibles que los maduros.

Desde el punto de vista fisiológico, el daño por frío es el resultado de un desequilibrio acumulativo en el metabolismo celular pero que es reversible en la primera fase. Una breve elevación de la temperatura restituye la condición inicial si no se ha acumulado lo suficiente como para provocar daños permanentes. Distintas investigaciones han demostrado que breves interrupciones de la conservación frigorífica mediante la elevación de la temperatura (de 12 a 25 °C) por períodos cortos (5 a 48 horas) en forma periódica (6-7 hasta 15 días) son beneficiosas y contribuyen a extender la vida poscosecha (Fernández Trujillo, 2000). Por ser acumulativo, en muchos casos se da la situación de que las temperaturas bajas durante la cosecha, se suman a las recibidas durante el almacenamiento y/o transporte.

Lección 13. La Irradiación

Método físico de conservación tecnológica para reducir el riesgo de ETA (Enfermedades Transmitidas por Alimentos), en la producción, procesamiento, manipulación y preparación de alimentos de alta calidad. Consiste en exponer el producto a la acción de las radiaciones ionizantes (radiación capaz de transformar moléculas y átomos en iones, quitando electrones) durante un cierto lapso, que es proporcional a la cantidad de energía que deseemos que el alimento absorba. Esta cantidad de energía por unidad de masa de producto se define como dosis, y

su unidad es el Gray (Gy), que es la absorción de un Joule de energía por kilo de masa irradiada. (1000 Grays = 1 kiloGray).

Este tratamiento ionizante es un procedimiento físico de conservación que consiste en exponer los alimentos bien sea a una irradiación electromecánica (rayos γ) bien sea en un bombardeo particular (electrones acelerados).en ambos casos la energía absorbida por el sustrato es suficiente para arrancar un electrón de los átomos del materia atravesad. Los átomos implicados se transforman entones en iones, de ahí que se prefiera el término de "tratamiento ionizante", más general que incluye también el microondas, los infrarrojos, los ultravioletas y otros tipos de radiación. Por otra parte, el término irradiación sugiere una connotación poco atrayente de radioactividad que podría llevar a la confusión al dejar entender que los alimentos irradiados se convierten en radioactivos, que no es absoluto cierto.

Figura 14: Ejemplo de vegetales irradiados comparados con muestras testigos

Sin irradiar en el caso de las frutillas se evita el típico moho blanco.

Fuente: www.alimentosirradiados.com

Los rayos γ se obtienen de los isótopos artificialmente radioactivos por el bombardeo de neutrones. Se trata de cobalto 60 o del cesio 137. En cuanto a los electrones acelerados estos, se obtienen por sistemas que comprenden, esencialmente, un cañón de electrones, un acelerador y un dispositivo de focalización y de barrido.

Dependiendo de la dosis aplicada, generalmente se clasifica a los tratamientos ionizantes en tres categorías:

1. La radurizacion: (5kG) se considera que reduce la contaminación microbiana total, banal, sin alterar el producto en un proceso similar al de la pasteurización por calor.

2. la radicidación: (10 kGy o menos) destruye la totalidad de los gérmenes patógenos no esporulados (excepto virus), también se conoce como radiopasterización).

3. la radapertización: (de 20 a 50 kGy) que destruye la totalidad de los microorganismos. Es aplicar un tratamiento capaz de conservar los alimentos por años sin desarrollo microbiano, a temperatura ambiente, lo cual se asemeja a la esterilización comercial.

En la industria alimentaría, las dosis autorizadas no sobrepasan los 10kGy.

De acuerdo con la cantidad de energía entregada, se pueden lograr distintos efectos, retardar la maduración de frutas tropicales como banana, papaya y mango (en general tanto en este caso como en los siguientes, la vida útil se duplica o triplica); demorar la senescencia de champiñones y espárragos; prolongar el tiempo de comercialización de "frutas finas", (frutillas de 21 días conservados en refrigeración); Las radiaciones ionizantes en las frutas disminuyen la actividad enzimática retardando la maduración, Aumenta los periodos de almacenamiento a temperatura ambiente, Destruye larvas, huevos y mohos y en las verduras se utiliza para el tratamiento de champiñones e inhibe la germinación.

Figura 15: Ejemplo de vegetales irradiados comparados con muestras testigos

Sin irradiar en el caso de las papas se evita los brotes.
Fuente: www.alimentosirradiados.com

Efectos químicos sobre el alimento

La energía radiante emitida produce ionizaciones -rupturas y pérdida de la "estabilidad" de los átomos y/o moléculas- del alimento con el que interaccionan. Suele denominarse a este proceso, "efecto primario". Como consecuencia del efecto primario -desestabilización- aparecen iones y radicales libres que se combinan entre sí o con otras moléculas para formar sustancias ajenas a la composición inicial del producto. Esto se denomina "efecto secundario", que se prolonga en el alimento, con formación y desaparición de compuestos hasta lograr la formación de compuestos químicamente estables. Estos fenómenos -efectos primario y secundario- se denominan, radiólisis, y los nuevos compuestos originados son denominados productos radiolíticos, los cuáles se producen en cantidades muy pequeñas. Los compuestos radiolíticos no presentan riesgos para la salud, y se ha comprobado que los mismos compuestos se forman al realizarse la cocción de los alimentos u otros procesos de conservación.

Cabe mencionar que el efecto sobre las moléculas es tanto mayor cuanto mayor es su tamaño. Los ácidos nucléicos (material genético) son las moléculas más complejas de las células, por tanto la posibilidad de que sufran daños directos es muy elevada. Por otra parte, las moléculas de agua cuando son irradiadas dan lugar a radicales libres, con un marcado carácter oxidante ó reductor y elevada capacidad de reacción. La repercusión de estos radicales es tan importante que se considera que el efecto secundario es tanto más intenso cuanto mayor es el contenido acuoso.

- **Propiedades sensoriales**

Utilizando la dosis adecuada de radiación, pueden mantenerse estas propiedades en gran medida; sin embargo, al aplicar dosis elevadas de radiación, se producen en el alimento, modificaciones del sabor, color y textura que pueden hacer al alimento inaceptable para el consumo. En general las alteraciones organolépticas producidas por irradiación se presentan a dosis menores que las necesarias para producir alteraciones nutricionales. Estas alteraciones, pueden minimizarse irradiando el alimento envasado al vacío o en atmósferas modificadas, en estado congelado o en presencia de antioxidantes.

Una de las alteraciones sensoriales más características es la aparición de un olor y/o sabor típico a radiación. Esto es debido principalmente al efecto de los radicales libres sobre los lípidos y las proteínas. Este aroma es más pronunciado inmediatamente después de la irradiación y decrece e incluso desaparece durante el almacenamiento o después de cocinar el producto. El color del producto también puede verse afectado (oscurecimiento en las carnes). En frutas y

hortalizas se produce un considerable ablandamiento. Esta modificación no se presenta de inmediato, sino al cabo de varias horas e incluso días después de recibir la irradiación.

- **Aspectos Nutricionales**

El proceso de irradiación aumenta pocos grados la temperatura del alimento, por esto, las perdidas de nutrientes son muy pequeñas y en la mayoría de los casos, son menores a las que se producen por otros métodos de conservación como ser el enlatado, desecado, y pasteurización ó esterilización por calor.

Los nutrientes más sensibles a la irradiación, se corresponden con los también más sensibles a los tratamientos térmicos, el ácido ascórbico, la vitamina B1 y la E., estas pérdidas, al igual que la de ácidos grasos esenciales, pueden minimizarse si se trabaja en un ambiente libre de oxígeno o si se irradia en estado congelado. Con respecto a los macronutrientes, no se producen alteraciones significativas.

Efecto de las radiaciones ionizantes sobre los microorganismos

Las radiaciones ionizantes provocan, sobretodos, modificaciones químicas en el ADN y ARN: se trata de rupturas de las cadenas o enlaces de hidrógeno, de puentes entre hélices, o más grave entre bases contiguas de una misma cadena esto hay que añadir oxidaciones que destruyen la estructura lipoproteína de la membrana celular. Estas modificaciones provocan la inhibición del crecimiento, incluso la muerte de las cedulas. Por otro lado los microorganismos en fase de son los más vulnerables pues el crecimiento entraña un efecto fuertemente amplificador de las alteraciones del ADN.

La utilización de las radiaciones produce alteraciones químicas. Las moléculas ionizadas adquieren una gran reactividad química produciendo reacciones a las generadas en los tratamientos térmicos, aunque las sustancias que se forman en estas reacciones radioquímica son suficientes para producir olores desagradables y se alteran las características sensoriales del producto es por eso que este método resulta muy delicado que debe contar con la aplicación de equipos y personal especializado.

Beneficios de la irradiación de los alimentos

Ciertamente, el más importante beneficio es la mayor calidad desde el punto de vista microbiológico que ofrecen estos alimentos, ya que el proceso destruye patógenos problemáticos desde el punto de vista de la salud pública, entre los que podemos mencionar: Salmonella, E. coli O157:H7, Campylobacter, Listeria monocitogenes, Trichinella spiralis, etc. Es de destacar que los productos pueden ser tratados ya envasados, lo que aumenta aún más la seguridad e inocuidad del alimento.
Otro de los beneficios es que aumenta la vida en anaquel de los alimentos tratados. Al retardar el deterioro natural de carnes, granos y sus derivados, frutas, disminuyen la cantidad de pérdidas del producto por deterioro, lo que ayuda a mantener bajo el precio de los alimentos y hacerlos llegar a poblaciones que muchas veces no tienen acceso a ellos.

Disminuye también la utilización de compuestos químicos. Un típico ejemplo es el uso de fumigantes en las especias y condimentos, que luego dejan residuos tóxicos en el producto. Otros compuestos químicos cuyo empleo se puede reducir o anular son los nitritos en carnes; los inhibidores de la brotación, como la hidrazida maleica; sustancias antimicrobianas (sorbatos, benzoatos).

El hecho de ser un método que no utiliza calor, es ventajoso también en el caso de las especias, debido a que se conservan en gran medida los aromas y sabores típicos, que de otra forma se perderían.

La irradiación no reemplaza a los procedimientos correctos de producción y manipulación de los alimentos. Por esto, la manipulación de los alimentos tratados con radiación, debe llevarse a cabo bajo las mismas normas de seguridad utilizadas para cualquier otro tipo de alimento. Este procedimiento, no es ideal para todos los alimentos, como sucede con la leche u otros productos con un alto contenido de agua. En este sentido, esta técnica tampoco puede mejorar la calidad de alimentos que no son frescos, ni tampoco prevenir contaminaciones que ocurran luego de la irradiación.

Lección 14. Atmósferas Controladas y Modificadas

La vida útil de la fruta almacenada en cámaras frías puede verse sustancialmente afectada por la composición de la atmósfera. La atmósfera del almacén frigorífico puede resultar beneficiosa o perjudicial; se producen efectos perjudiciales si la concentración de oxígeno se aproxima a 0, ó si se produce un cúmulo de dióxido de carbono o etileno por deficiente ventilación.

Por representar una ayuda a la acción del frío y al mismo tiempo resolver algunos inconvenientes de las bajas temperaturas, se modifica la composición de la atmósfera de las cámaras variando el contenido de oxígeno, dióxido de carbono o nitrógeno.

Es frecuente el empleo de los términos de almacenamiento en atmósferas controladas, almacenamiento en atmósferas modificadas. Estos términos implican adición o eliminación de gases que se da como un resultado una composición atmosférica distinta a la normal; puede manipularse las concentraciones tanto de dióxido de carbono como de nitrógeno, etileno y monóxido de carbono.

La aplicación del frío, en combinación con atmósferas modificadas, aumenta la calidad de conservación o la duración en exposición de las frutas y verduras. Si se reduce el contenido de oxígeno de la atmósfera y se incrementa el de dióxido de carbono, es posible reducir la tasa de respiración de los alimentos vegetales. Esta utilización de atmósferas controladas o modificadas ha permitido mantener en buen estado y por tiempo prolongado los productos trabajados. La modificación de la atmósfera de almacenamiento produce un retardo en los cambios bioquímicos y fisiológicos relacionados con la senescencia, fundamentalmente el ritmo respiratorio, la producción de etileno, los cambios en la composición y el ablandamiento del producto. Otros efectos que han sido demostrados son la reducción de la sensibilidad del producto al etileno y en algunos casos al daño por frío. En algunos casos, disminuye la severidad del ataque de patógenos y pueden ser utilizadas para el control de insectos. Cuando la composición gaseosa no es la adecuada, se pueden presentar efectos no deseables como fermentaciones, asfixia de los tejidos, desarrollo de olores o sabores desagradables.

Atmósferas controladas (AC)[4]

El término almacenamiento en atmósferas controladas se refiere generalmente a una atmósfera en la que se ha disminuido la concentración de oxígeno y se ha aumentado las concentraciones de dióxido de carbono e implica un control preciso de estos gases. La composición de las atmósferas controladas permanece fijas. Se mantienen exactamente las proporciones deseadas y normalmente se la utiliza con productos que permiten una conservación muy larga en instalaciones fijas. De esta forma se retarda la intensidad respiratoria y la mayoría de las

[4] Colfrigos. Frigoríficos de Colombia

reacciones de maduración, cuando desciende el contenido de oxígeno del ambiente (menores al 8%)

Frecuentemente se cuida de de no bajar de 2 a 4% de oxígeno, sobre todo a temperaturas relativamente elevadas, porque aparecería una anaerobiosis que rápidamente provocaría una un sabor alcohólico.

La baja concentración de oxígeno disminuye la síntesis y la acción del etileno. La alta concentración de dióxido de carbono actúa como inhibidor competitivo con los receptores del etileno.

Las bajas concentraciones de oxígeno (menores al 1%) y a las altas concentraciones de dióxido de carbono (mayores al 10%) tienen un efecto fungistático.

- **Cuartos para AC**

La construcción de las cámaras para atmósferas controladas es similar a las refrigeradas pero deben ser lo suficientemente herméticas a los gases para mantener una atmósfera diferente a la normal (impermeable a los gases). Esa masa gaseosa se comporta en forma distinta a la atmósfera que la rodea y se generan sobrepresiones o depresiones en el interior por lo que debe tener algún sistema de compensación de presiones. Debido a que no son abiertas hasta el final del almacenamiento, deben tener ventanillas de inspección en la parte superior para observar el comportamiento de los equipos de refrigeración, instrumentos de medición y verificar cambios en el producto. El consumo del oxígeno y la liberación del anhídrido carbónico por la respiración normal del producto en un ambiente hermético es lo que determina la atmósfera. Una vez alcanzada, es necesario la incorporación de oxígeno por ventilación para mantener un ritmo respiratorio reducido. El dióxido de carbono acumulado por encima de los valores deseados se elimina por distintos métodos. Todo el sistema es controlado por medio de computadoras. La composición gaseosa depende de cada especie en particular, pero en general, las combinaciones más frecuentemente recomendadas son 2-5 por ciento de oxígeno y 3-10 por ciento de anhídrido carbónico.

Los cuartos de atmósfera controladas son de refrigeración, se deben considerar durante su construcción:

- ✓ Tamaño

- ✓ Capacidad de refrigeración
- ✓ Gas refrigerante
- ✓ Aislamiento: resistente al calor y al vapor de agua.
- ✓ Hermeticidad a gases: disminuyendo al mínima la posibilidad de intercambio
- ✓ Fácil acceso durante el almacenamiento

- **Generadores De Atmósferas**

A continuación se citan algunos de los procedimientos más comunes de generar las atmósferas controladas.

Flama Abierta: Se consume el oxígeno por medio de gas propano. Este generador quema propano con el oxígeno del aire interior y se ventila el cuarto con los productos de la combustión (nitrógeno y oxigeno) para disminuir el contenido de oxígeno e incrementar el de nitrógeno.

Quemadores Catalíticos: El propano se quema con el oxígeno del cuarto (después que se calienta el aire) utilizando platino como catalizador. Los productos de la combustión se introducen al cuarto.

Quemadores de Amoníaco: El amoníaco acciona con el oxígeno del cuarto para producir nitrógeno e hidrogeno. El hidrogeno se combina con el oxígeno formando agua.

Nitrógeno Liquido: Consiste en introducir nitrógeno en forma liquida o gaseosa desplazando y disminuyendo las concentraciones de oxígeno.

Membranas de fibras huecas: Separa el oxígeno y el nitrógeno del aire del cuarto e introduce la porción rica en nitrógeno de nuevo al cuarto. Mediante membranas semipermeables de fibras huecas como las unidades “Prism Alpha”.

Malla de Carbón molecular: Se pasa el aire comprimido a través de malla de carbón molecular, la cual retiene selectivamente el oxígeno y permite el paso de nitrógeno.

Nitrógeno liquido: la concentración de oxígeno dentro de la cámara puede reducirse muy de prisa barriendolo con nitrogeno liquido que se inyecta en la cámara en estado líquido. El nitrógeno liquido se suele utilizar sólo pata mantener las bajas concentraciones de oxígeno.

- **Manipulación de la fruta**

La calida final se ve fuertemente influida por la selección y manipulación de la fruta que se va a almacenar. El grado de madurez de la fruta al entrar en la cámara resulta crucial. La eficiencia del almacenamiento en atmósferas controladas se reduce si la fruta se encuentra ya en periodo climatérico al entrar y ha comenzado a madurar sensorialmente, antes de su ingreso a la cámara. Las frutas que se encuentran en estado preclimatérico, pero maduras, responden mejor al almacenamiento en atmósferas modificadas.

Atmósferas Modificadas (AM)

Se habla de almacenamiento en atmósfera modificadas cuando no se controla adecuadamente la composición de la atmósfera de almacenamiento. Las atmósferas modificadas no están sometidas a un control tan riguroso y suelen ser generadas por la propia actividad respiratoria de las frutas.

El almacenaje en atmósferas modificadas es realizado en recipientes con permeabilidad diferencial a los gases (películas plásticas) y por períodos cortos de tiempo. La composición gaseosa no es exactamente controlada en este caso sino que dentro del envase se modifica por la respiración hasta alcanzar un equilibrio con la del ambiente. Esta atmósfera de equilibrio es función del producto, de las características de la película y de la temperatura de almacenamiento.

Las atmósfera modificadas son particularmente útiles para el tratamiento de las frutas preenvasadas. Durante el transporte, y algunas veces, para el almacenamiento en cámaras. La atmósfera se genera recubriendo los productos con un material, generalmente una película de plástico, que sólo es parcialmente permeable a los gases. La fruta se envasa en una caja revestida por un saco de la película de plástico. Esta película limita la salida de dióxido de carbono y vapor de agua generados por la fruta y el ingreso de oxígeno. Si la atraviesa suficiente oxígeno, para soportar la reaspiración aeróbica la atmósfera en el interior del saco adquirirá (a temperatura constante) una composición estacionaria. La composición de la atmósfera estacionaria en el centro del envase constituido por la película de plástico es, por tanto función del coeficiente respiratorio (propiedad biológica de la fruta) y del factor de selectividad de la película para el CO_2 y el O^2:

Uno de los principales problemas que se presenta en la utilización de atmósferas modificadas es el efecto de la temperatura sobre la composición de la atmósfera

medida que la temperatura aumenta. También lo hace la actividad respiratoria de la fruta y la permeabilidad de la película a los gases.

- **Método para Creación de AM**

Empaque: Utilizando películas poliméricas como barrera de intercambio gaseoso. Esta técnica se utiliza en empaques individuales, es el caso de cítricos o en empaques para alimentos cortados o preparados, en forma de cajas o en forma de pallets. El empaque en atmósferas modificadas puede utilizarse en forma pasiva, en donde la modificación de la atmósfera se lleva a cabo por la respiración del mismo fruto y la permeabilidad del material del empaque. Sin embargo puede ser semi-activa en donde la atmósfera se modifica desde el inicio añadiendo o quitando mezclas de gases.

Almacenamiento en AC: Comúnmente utilizando en manzanas y peras. El sistema tradicional trabaja disminuyendo la concentración de oxígeno y aumento la concentración de dióxido de carbono. Se utiliza un sistema que genera la atmósfera después de sellar el cuarto. Algunas variaciones permiten manejar concentraciones mínimas de oxígeno (menos el 1%) sin necesidad de aumentar las concentraciones de dióxido de carbono. Las ventajas y desventajas (tabla. 12) de usar AC y AM se presentan a continuación

Tabla 12. Ventajas y desventajas de AC y AM

VENTAJAS	DESVENTAJAS
La disminución del metabolismo respiratorio y de la síntesis y acción del etileno contribuyen al control de la maduración y de la senescencia o vejez de los tejidos vegetales.	Concentraciones muy bajas de oxígeno y muy altas de dióxido de carbono (según el producto) producen un cambio en la respiración anaeróbica causando una fermentación del alimento.
Las AM Y AC disminuyen la perdida de vitaminas.	El almacenamiento por periodos prolongados disminuye la capacidad para desarrollar sabores y aromas característicos.
Controlan algunos desordenes fisiológicos como el daño por frío en tejidos vegetales.	Estimula desordenes fisiológicos como desintegración interna del durazno y manzana, estimulación de germinación en la papa y coloraciones cafés en la parte interna en varios productos vegetales.
Los bajos niveles de oxígeno (menores al 8%) y altos de dióxido de carbono,	Aumento a la sensibilidad de hongos

disminuyen la velocidad respiratoria en los alimentos.	
La baja concentración de oxígeno disminuye la síntesis y la acción del etileno.	
La alta concentración de dióxido de carbono actúa como inhibidor competitivo con los receptores del etileno. Las AM Y AC reducen la sensibilidad del producto al etileno.	
Las bajas concentraciones de oxígeno (menores al 1%) y a las altas concentraciones de dióxido de carbono (mayores al 10%) tienen un efecto fungistático.	

Contenido de agua o actividad del agua (aw)

Los alimentos se pueden considerar integrados por dos fracciones principalmente como es la materia seca y agua. En lo referente al agua, ésta puede estar presente en términos generales en dos formas: agua libre, la que fluye por los espacios intercelalures y es aquella agua que cumple funciones de solvente. El agua ligada (CAPA BET), es aquella agua que esta ligada por fuerzas capilares a los constituyentes de los alimentos con mayor fuerza que la libre. El agua ligada no se congela ni es de disolución.

Cuando un alimento se somete a procesos de transformación y luego al almacenamiento, el agua contenida en él tendrá una relación directa con el ambiente que lo rodea. Cuando se habla de contenido de humedad o agua de un alimento se esta relacionando el grado de disponibilidad de agua libre del alimento relacionado con la humedad relativa del medio. Así debemos estar hablando de la actividad acuosa de un alimento.

La actividad acuosa relaciona la presión de vapor ejercida por las moléculas de agua del alimento y la presión de vapor de las moléculas de agua pura en la atmósfera a una temperatura constante:

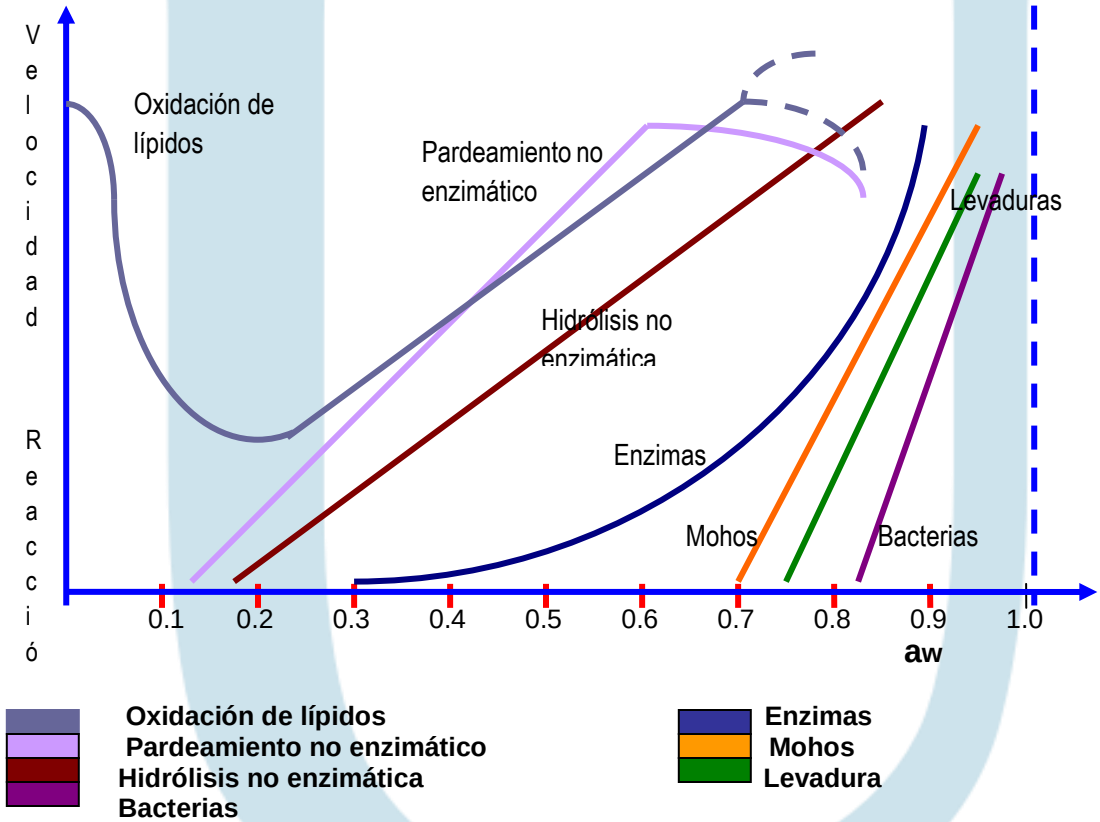
$$Aw = Po / P$$

La actividad acuosa y la relación del contenido de agua gráficamente generan de isotermas de sorción, que describen la cantidad de agua retenida por un alimento en función de la humedad relativa de la atmósfera bajo condiciones de equilibrio a una temperatura constante.

Las isotermas dan la posibilidad de prever el comportamiento de un alimento después de su tratamiento o almacenamiento en unas condiciones distintas a las que se estudio experimentalmente. La importancia del manejo de la actividad del agua para la estabilidad de los productos alimenticios durante el tratamiento y almacenamiento, queda demostrada en la figura 16:

Favor tener muy presente la diferencia entre el Aw y el contenido de agua de un alimento. ¿Explique con sus palabras cuál es la diferencia?

Figura 16. Velocidad de alteración de los alimentos



Velocidad de alteración de los alimentos, en función de la actividad de agua, según Labuza, 1975.
(Fuente: Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos, Acribia199)

Oxidación de lípidos. 0. y 0. 2: como no hay agua libre quedan expuestos grupos sensibles a la acción del oxigeno. El agua en condiciones normales entra a competir con el oxigeno para ocupar los sitios de adsorción. Además la oxidación enzimática puede aparecer porque el contacto enzima sustrato no necesitan de una fase acuosa como vehículo. 0.5m por la difusividad de metales.

Pardeamiento no enzimático: se ve favorecido por las condiciones de empaque y temperatura de almacenamiento, puede existir una hidrólisis de azucares como la sacarosa a actividades de agua cercanos a 0.3 -0.5. si el producto es rico en proteínas se favorece la reacción de formación de glucosalinas, a actividades mayores de 0.4 se eleva debido a que las reacciones de maillard se produce agua lo que favorece el proceso de la reacción.

Reacciones enzimáticas: a mayores de 0.7 debido a que el agua actúa como fase acuosa como vehículo para el contacto enzima-sustrato, actúa el contenido de agua como disolvente y medio de difusión de los reactivos.

Desarrollo de microorganismos: influencia de la presión osmótica sobre sus membranas celulares.

Los microorganismos requieren de la presencia de agua, en forma disponible, que no esta ligada, para que puedan crecer y llevar a cabo sus funciones metabólicas.

La Aw puede reducirse aumentando la concentración de solutos en la fase acuosa de los alimentos. Para tal fin se emplean aditivos y métodos depresores de la actividad de agua.

Aditivos depresores de la Aw

No pertenecen a ninguna familia química en particular. La eficiencia de los agentes depresores de la Aw depende de su efecto sobre la fracción molar y sobre la estructura del agua; todos los solutos que presenten gran solubilidad o aquellos solventes miscibles con el agua que posean un bajo peso molecular pueden utilizarse como depresores de la Aw.

- **Adición de azúcar**

Dentro de los principales agentes depresores para frutas esta la sacarosa por ejemplo: para compotas de frutas, zumos de frutas concentradas con actividades de agua entre 0.94-0.90 se utiliza una concentración de sacarosa del 49-50%.

La adición de azúcar desecada crea una diferencia de concentración osmótica, que provoca la salida de jugo del tejido formando una solución sin agregar agua, la cual llena los espacios intermedios libres y aísla al producto de la acción del oxígeno atmosférico. Cuando la superficie de la fruta es poco permeable, la velocidad de la salida de jugo es relativamente lenta, resultando conveniente utilizar una solución azucarada. Para fruta troceada se recomienda la utilización de azúcar, no solamente protege contra la acción del oxígeno, sino que además tiene una acción osmótica sobre las enzimas y evita la evaporación o perdida de aroma de las frutas.

La sacarosa no tiene acción antimicrobiana directa y su efecto de inhibición sobre los microorganismos se debe únicamente al descenso de la Aw. La sacarosa seca o en jarabe se utiliza preferentemente en alimentos a base de azúcar. Se conoce muchas técnicas de incorporación de azúcar: mezcla directa con la fruta seguida de una concentración, inmersión de jarabes concentrados o simple adición de azúcar.

Lección 15. Métodos depresores de la Aw y tratamientos químicos

1. Métodos depresores de la Aw

- **Deshidratación**

Eliminación de humedad contenida en los alimentos con el fin de prolongar su periodo de vida útil. El agua se encuentra como ligada o no ligada. El agua no ligada se puede remover fácilmente, mientras que el agua ligada se elimina por los procesos de deshidratación. La desecación se realiza en condiciones ambientales y la deshidratación se realiza por medio de la acción del calor artificial.

En la deshidratación por aire caliente se realiza en armarios y túneles donde se hace necesario eliminar parte del aire saturado. La humedad relativa debe estar el rededor del 60%, temperatura de 70ºC. Iniciando el secado con una temperatura elevada, el agua de los tejidos superficiales se evapora rápido. Esto dificulta la salida del agua de los tejidos internos, dando como resultado productos de baja calidad.

En la deshidratación se realiza la disminución de la humedad relativa o la actividad del agua, esto proporciona que los microorganismos no crezcan y que se paren las reacciones químicas y enzimáticas que alteran las frutas y verduras. En este proceso de deshidratación intervienen dos fenómenos importantes: La

transferencia de calor: cambio de agua a vapor y la transferencia de vapor de agua a través y fuera del alimento.

- **Deshidratación Osmótica.[5] (DO)**

La reducción del contenido de agua es uno de los métodos mas empleados para su preservación. La DO a temperaturas de 20 a 25 C, evitando el daño de productos termolabiles y reduciendo los costos des energía por el proceso.

El proceso de DO consiste en sumergir los alimentos en soluciones hipertónicas con el objetivo de producir dos efectos: flujo de agua desde el producto hacia la solución hipertónica y flujo de solutos hacia el interior del alimento. En algunos casos se presenta la salida de soluto como son los ácidos orgánicos. Este fenómeno, aunque es poco importante puede modificar algunas propiedades organolépticas del fruto. La ósmosis finaliza cuando las dos disoluciones alcanzan la misma concentración a cada lado de la membrana.

En la DO se ha identificado dos etapas: En la primera denominada deshidratación, la pérdida de agua es mayor que la ganancia de sólidos y en la segunda etapa, la masa total del sólido aumenta con el tiempo. Este proceso se presenta como un método alternativo en la formulación de productos permitiendo modificar la composición en las propiedades nutricionales, sensoriales y funcionales. También mediante la utilización de este método se aumenta la estabilidad en el almacenamiento por el contenido de sólidos al final del proceso de deshidratado.

La utilización de azúcar en el proceso protege la pigmentación de los vegetales, eliminando la necesidad de inactivar enzimas y así evitar los problemas de oscurecimiento de vegetales.

Los factores que influyen en la velocidad del proceso y el valor de la humedad residual son los siguientes:

- **Presión osmótica** de la solución, depende de la naturaleza y concentración del soluto. Los solutos más empleados son los jarabes de azúcar, como sacarosa, glucosa y productos de hidrólisis ácida o enzimática del almidón, a concentraciones superiores a los 60ºBrix, por razones cinéticas y de estabilidad microbiológica.

[5] Genina Soto Próspero. Anamces y perspectiva. 2005.

- **Temperatura de la solución osmótica**. El parámetro debe estar entre 20 y 50ºC, se debe realizar agitación hasta que el peso inicial producto se reduzca en un 30 a 50%.

- **Disminución de la presión atmosférica por medio del vacío**. Realizar este proceso al vacío produce una desaireación rápida de los tejidos de los frutos y absorber el soluto del medio osmótico. Este método se utiliza en frutas pulposas o carnosas. Las frutas de baya como uvas y grosellas necesitan un pretratamiento con el fin de modificar su permeabilidad cuticular.

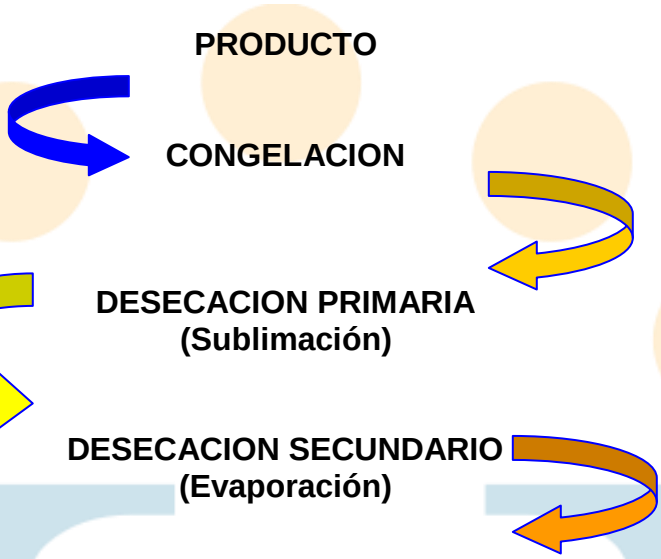
- **Liofilización (deshidratación por congelación-crioconcentración)**

Este proceso consiste en la deshidratación de una sustancia por sublimación al vacío. El proceso de liofilización consta de tres fases: congelación, desecación primaria y desecación secundaria.

- La congelación: El agua de las frutas y verduras debe estar congelada a -20ºC. para realizar la deshidratación y evitar el movimiento de líquidos y de solutos, no hay contracción de volumen y las reacciones químicas y enzimáticas se detienen.

- Desecación primaria. Se realiza el proceso de sublimación del agua congelada. La temperatura de superficie del producto esta entre 40 y 70 ºC para obtener un producto desecado, de bajo costo y conservar las características organolépticas del alimento.

- Desecación secundaria. En esta etapa se aumenta la temperatura para evaporar la humedad residual (agua ligada). La temperatura se debe mantener entre 20-70ºC por un periodo de dos a seis horas. A temperaturas superiores produce pardeamiento en el producto, alteraciones en sus características organolépticas, desnaturalización de los constituyentes de los alimentos como las proteínas y destrucción de la estructura porosa por cristalización de azúcares



Los productos liofilizados se envasan en empaques rígidos que evitan la transferencia de gas o vapor de agua. Entre los envases rígidos encontramos los metálicos y los de vidrio, estos poseen resistencia mecánica y evitan el paso de aire y vapor de agua. El envasar se hace vació o se introduce nitrógeno, para disminuir la concentración de oxigeno, se evite la rancidez, el pardeamiento oxidativo y se conserve la concentración de vitaminas. Los envases flexibles deben mantenerse al vacío o con atmósferas insertes, estos empaques son trilaminados como el poliolefina-aluminio-cloruro de polivinilideno.

Algunas de las ventajas de la liofilización:

- ✓ Las características iniciales del producto no cambian al ser rehidratado
- ✓ El proceso de rehidratación es rápido y completo.
- ✓ La temperatura baja de procesamiento y la rápida transmisión del calor minimiza la reacciones de degradación
- ✓ La pérdida de sabores y aromas volátiles es mínima.
- ✓ Se inhibe el crecimiento de microorganismos

Entre las desventajas:

- La estructura celular puede resultas deteriorada durante la congelación, dando una textura irregular en el producto reconstruido.
- El producto seco es muy quebradizo y de poca resistencia mecánica.
- Los costos son altos por la inversión, mantenimiento y empacado.

- **La crioconcentración**

Es el proceso que se realiza específicamente para la remoción de agua de los jugos de fruta y hortalizas, En el proceso de congelación de los jugos, no todos los componentes congelan a la vez sino parte del agua forma cristales de hielo, esta mezcla semicongelada se centrifuga, o se decanta los sólidos líquidos de los cristales de hielo. Al repetir este proceso sobre el jugo puede aumentar la concentración final. Este método es utilizado para obtener concentración de jugo de naranja, sus componentes nutricionales y sensoriales no cambian. Una de las desventajas es la incompleta recuperación de los jugos retenido por los cristales de hielo.

2. Tratamientos químicos.

Preservantes o aditivos de conservación

Adición de compuestos antimicrobianos, microbicidas, bacteriostáticos y antifúngisticos con el fin de conservar los productos.

Definición: “cualquier sustancia química que cuando es añadida a un alimento previene o retarda su deterioro. Se debe señalar en la etiqueta como un ingrediente indicando su nombre.

Se clasifican en dos grupos:

a) antimicrobianos y antifúngicos:

Son aquellos aditivos que evitan o retardan el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias en diferentes alimentos entre los más usados en la industria de frutas, vegetales y otros alimentos tenemos

Tabla 13. Antimicrobiano y antifungicos

AGENTES CONSERVADORES MINERALES	Cloruros (NaCl)	Carnes y vegetales.
	nitratos y nitritos de sodio y potasio	Utilizados principalmente en charcutería.
	Anhídrido sulfuroso y los sulfitos (dióxido de azufre, sulfito de sodio y metabisulfito de sodio)	Para vegetales, vinos en contra de mohos y levaduras
	dióxido de carbono	conservación al vacío de carnes, frutas y hortalizas
	peroxido de hidrógeno	para leche bacterias anaerobias
AGENTES CONSERVADORES ORGANICOS	Ácidos grasos saturados y sus derivados (generalmente sales de sodio, potasio y calcio): ácido formica y los formiatos, ácido acético y acetatos, ácido protónico y los propionatos, ácido caprílico.	Principalmente para encurtidos en contra de bacteria, levaduras y mohos.
	Ácido sórbico y los sorbatos de calcio, sodio y potasio	La presencia de dobles enlaces aumenta la actividad antimicrobiana y los poliinsaturados son eficaces fungistáticos.
	Ácido benzoico y sus derivados (sales de sodio y potasio)	jugos de frutas en contra de mohos levaduras

En la industria de frutas y verduras se utiliza los derivados sulfurados, que actúan como antioxidantes e inhibidores del pardeamiento no enzimático y el ácido sórbico que se utiliza para prevenir los mohos en productos con pH inferior a 5.0. La adición de ácido cítrico disminuye el desarrollo de microorganismos y los hace menos resistentes al calor.

Las frutas y las hortalizas pueden tratarse con dióxido sulfúrico antes de secarlas después de un proceso de desecación a fin de prevenir la aparición de manchas marrones producidas por las enzimas; con ello se retrasa también la descomposición de la vitamina C y se matan algunos microorganismos.

Las hortalizas de hojas verdes conservan mejor su color durante el secado si se añade aproximadamente un 0,25 por ciento de bicarbonato sódico al agua de escaldar, pero esta adición acelera la pérdida de vitamina C.

b) Mejoradores de la calidad.

Aditivos que permiten mantener el olor, color, sabor y textura de los alimentos por un tiempo. Según su objetivo encontramos: antioxidantes, agentes contra el oscurecimiento y agentes afirmadores.

- Antioxidantes

Evitar la descomposición de alimentos que contienen grasas, los alimentos que producen rancidez, deterioro indeseable en estos alimentos debido a la presencia de oxígeno, luz y altas temperaturas. Esto provoca una variación en el sabor y valor nutritivo del alimento.

Algunos antioxidantes son: ácido ascórbico, vitamina E, ascorbato de calcio, BHA (butil hidroxi amisol), BHT (butilhidroxi tolueno),TBHQ (torbutil hidrixi quinona), ácido láctico , ácido tartárico.

Salazón, azucarado y concentrados

a) Azucarado y concentración

El azúcar en soluciones concentradas tiene presiones osmóticas elevadas. Cuando se utilizan en altas concentraciones las células microbianas eliminan agua y hace que se de una condición preservativa: deshidratación.

El azúcar como agente conservador (mermeladas y jaleas) debe ser de al menos 65% del peso total del producto final. El azúcar inhibe el crecimiento bacteriano una vez calentado el producto, pero debido a que pueden crecer algunas levaduras se recomienda que el alimento se mantenga refrigerado.

Conservas con azúcar: Se basan en la utilización de una alta concentración de azúcar con la pulpa o el jugo de las frutas a fin de crear productos en los que sea difícil que proliferen el moho y los hongos. Estos productos son:

- Mermeladas y jaleas. En esos productos, la pulpa acidificada de la fruta se cuece con azúcar hasta que la pectina de las paredes celulares de la fruta forma una gelatina. El producto final tiene que contener al menos un 60 por ciento de azúcar. La conserva, todavía caliente, se mete en tarros esterilizados que se precintan para impedir que se contaminen durante el almacenamiento.

- Dulces de fruta: La pulpa de la fruta se pasa por un cedazo y se mezcla a partes iguales con azúcar. La mezcla se calienta hasta que se evapora la mayor parte del agua. A continuación se extiende en bandejas para que se enfrié y se seque; entonces se corta en cubos y almacena en ambiente muy seco.

- Concentrados de bebidas de frutas: Se extrae el jugo de la pulpa de la fruta caliente y se convierte en un jarabe con alta concentración de azúcar. El jugo de fruta o jarabe se vierte en botellas esterilizadas que se calientan en un baño a 88 grados centígrados (se cuecen a fuego lento) durante 20 minutos. Para almacenarlas, las botellas se cierran con tapones esterilizados. Las bebidas se preparan diluyendo el concentrado en agua.

b) Salazón

Consiste en tratar los alimentos por la sal comestible y otros condimentos, en su caso, en condiciones y tiempos apropiados para cada producto mediante los siguientes procesos:

- **Salazón en seco:** consiste en añadir la sal con o sin otros condimentos. Ejemplo es el bacalao salado. En nuestros hogares, simplemente el dejar salados unos alimentos frescos en el frigorífico hace que estos se conserven algo mejor.

- **Salazón en salmuera:** consiste en tratar los alimentos con salsas o caldos que contengan sal.

La sal preserva los alimentos en alto concentración. Una concentración de sal entre 18% y un 25% en solución (salmuera), previene el crecimiento de todos los microorganismos en los alimentos.

Dentro de los productos fermentados, son varios los países en los que las hortalizas se someten a fermentación con ácido láctico en salmuera, como la Sauerkrout en Alemania, que se hace con col picada, y el takuwan en Corea, que se hace con rábanos. En las islas del Pacífico la fermentación se lleva a cabo enterrando los productos feculentos, una vez pelados, en hoyos recubiertos con hojas de heliconia o de banano. El producto, que se conoce con el nombre de masi o ma, suele hacerse con el fruto del pan aunque también pueden utilizarse bananos verdes, raíces de yuca o taro.

Se presentan los fermentados más comunes para nuestro medio:

- Encurtidos de hortalizas: Muchos tipos de hortalizas frescas tiernas, así como algunos tipos de fruta, pueden conservarse encurtiéndolas en vinagre. Las hortalizas o frutas ya preparadas se dejan algunos días en una fuerte solución de sal (salmuera) para envasarlas después en tarros que se llenan con vinagre frío. Normalmente se sazona el vinagre dejando macerar en el las especias que se desee durante uno o dos meses. Los tarros deben cerrarse con tapas recubiertas de plástico.

- Conservas en sal: En general, este método se utiliza para conservar los vegetales verdes. Se colocan capas alternas y sal en grandes tarros de cristal o barro; la capa superior ha de ser de sal. Los tarros se cierran con tapas a prueba de humedad y se almacenan en anaqueles.

BIBLIOGRAFIA

- VICKIE a. Jaclavik. (2002). Fundamentos de ciencia de los alimentos. Zaragoza: Acribia .
- TSCHEURSCHENER, Horst-Dieter (2001). Fundamento de tecnología de los alimentos. Zaragoza (España): Acribia S.A.
- Sánchez Pineda, María Teresa (2003). Procesos de elaboración de alimentos y bebidas. : Mundi-prensa AMV ediciones.
- Hughes, Christopher. (1.991). Guía de aditivos. Acribia S.A. : Zaragoza España .
- Nuevo Manual de industrias alimentaria. (1994) Ediciones ampliadas.
- CHARLEY, Helen. (2000). Tecnología de alimentos, procesos físicos y químicos en la preparación de alimentos. México: Limusa.
- DESROSIER, Norman W. (1979). Conservación de alimentos. México: Continental S.A.
- DESROSIER, Norman W. (). Elementos de tecnología de alimentos. : CECSA.
- BERK Z. (). Introducción a la bioquímica de los alimentos. México: El Manual Moderno.
- WONG D. (1999). Química de los alimentos. Mecanismos y teoría. : Acribia.
- Organización Mundial de la Salud
- PERRY, Robert, (1996). Biblioteca del Ingeniero Químico . : McGraw-Hill.
- Larrañaga, Ildelfonso J. (1999). Control e higiene de los alimentos. Madrid: Mc.Grawhill .

- Brownsell, V.L. (1990). La ciencia aplicada al estudio de los alimentos. México : Diana.
- Guzmán, Rosa. (1991). Tecnología de frutas y verduras: Unad .

RESOLUCIONES: Ministerio de salud pública

- 7992 de 1991.
  1059 de 1985
  14712 de 1984
  15789 de 1984
  15790 de 1984

INVIMA- Ministerio de Salud Pública. Decreto 3075/98, Bogotá, Colombia, 1998

- www. Nutrinfo.com.ar
- www. Sagyp.mecon.ar
- www.mejorprevenir.ar
- www. consumer.es
- www.horticom.com
- www.lifelinestechnology.com
- www.mgc.co.jp
- www.ethylenecontrol.com
- www.multisorb.com
- www.mejorprevenir.com/salu
- vm.cfsan.fda.gov
- http://www.fao.org/inpho/es

UNIDAD DIDACTICA 2

TECNOLOGIA DE PRODUCTOS CONCENTRADOS

Nombre de la Unidad	**Tecnología de productos concentrados**
Introducción	En la industria de alimentos se desarrollan líneas de proceso, operaciones preliminares de conversión que fundamentan a la tecnología cuyo objetivo principal es buscar el rendimiento de los recursos alimenticios, desarrollando procesos que mejoran o mantengan las características sensoriales sin afectar las propiedades físicas y químicas de las materias primas. La unidad se divide en tres capítulos. En el primer capitulo se encuentra la obtención y caracterización de pulpa, jugos y néctares. En cada una de las líneas de producción se deben conocer las características de las materias primas , características físicas, químicas y sensoriales. Propiedades a tener en cuenta en el proceso tecnológico. La descripción de la línea de proceso permite conocer los parámetros de calidad y de procedimiento a tener en cuenta. El seguimiento y cumplimento de estos parámetros permite realizar la standarización en la formulación de ingredientes y los cálculos para obtener productos de calidad e inocuos En cada proceso se determina la maquinaría necesaria para cumplir con la etapa. Se evalúa el producto desde la parte física y química para determinar las causas de los posibles defectos de producción y verificar las condiciones de calidad. En la unidad dos al igual que la unidad uno se determinan variables para evaluar el producto. En esta unidad denominada materias primas para la elaboración de concentrados. Los concentrados son productos que se obtienen por la cocción y concentración de frutas con adición de agua o no y de aditivos e ingrediente permitidos por la legislación. Dentro de este grupo de productos esta la mermelada, jaleas y bocadillo. En el capitulo tres. Elaboración de mermeladas, bocadillo y frutas en conserva. Este capitulo nos permite manejar variables de producción y control de calidad en cada línea. Se determina la importancia de conocer la función de los ingredientes y aditivos que se utilizan con el fin de saber como utilizarlos y determinar el diagrama de flujo para la elaboración de los productos. El conocimiento y desarrollo de la formulación permite al estudiante

	utilizar su creatividad para el desarrollo de nuevos productos teniendo en cuenta las materias primas de su región. Como punto común en cada uno de los capítulos es la evaluación de la calidad de las materias primas y de producto final, esto nos garantiza el éxito de los productos en los mercados y la competitividad en el sector.
Intencionalidades Formativas	1. Conocer las principales características de los productos preservados por contenido de sólidos. 2. Determinar las operaciones básicas involucradas en el procesamiento de jugos, néctares y concentrados de frutas. 3. Conocer los parámetros físicos, químicos y sensoriales que establecen la composición de los productos conservados con alto contenido de sólidos 4. Establecer las características y función de los ingredientes y aditivos utilizados en los diferentes procesos. 5. Determinar métodos de control de calidad de las materias primas y producto terminado. 6. Aplicar los métodos adecuados para el acondicionamiento de la fruta.
CAPITULO 4	**Pulpas, Jugos y Néctares**
Lección 16	Maquinaría y equipos
Lección 17	Pulpas y jugos
Lección 18	Néctares.
Lección 19	Estandarización y formulación de ingredientes
Lección 20	Concentración y conservación de jugos
CAPITULO 5	**Materias primas para la elaboración de concentrados**
Lección 21	Frutas
Lección 22	Edulcorantes, ácidos y conservantes
Lección 23	Pectina
Lección 24	Clase o grado de la pectina poder gelificante
Lección 25	Interacción entre los componentes del gel

CAPITULO 6	**Elaboración de mermeladas, Bocadillos y frutas en conservas**
Lección 26	Mermeladas
Lección 27	Formulación de mermeladas y jaleas
Lección 28	Equipos y control de calidad
Lección 29	Pasta de Bocadillo
Lección 30	Fruta en almíbar

CAPITULO 4. PULPAS, JUGOS Y NECTARES

Actividad inicial.

Señor estudiante tenga en cuenta sus conocimiento y/o experiencias y realice la siguiente actividad.

- ***Realice su definición de jugo, pulpa y néctar.***
- ***Describa las materias primas para la elaboración de jugos y néctares.***
- ***Cuales serian los parámetros de calidad para evaluar el producto terminado.***

Lección 16. Maquinaría

Lavadora de fruta.

Despulpadora

Marmita

Deshidratador

Túnel de exhausting

Tabla 14. Maquinaría para despulpado y trituración

PROCESO	EQUIPOS	FUNDAMENTACION
Trituración	Desintegrados de cuchillos rotativos	Control de velocidad de acuerdo con la fruta; el tamaño se regula con mallas según la necesidad
	Molino de martillo	Se realiza por impactos, esta conformado por un eje rotatorio de alta velocidad que lleva varios martillos en su superficie y presiona contra una pared de ruptura. Se usa para productos fibrosos, materiales vegetales y productos pedagogos.
	Desintegrador de rosca térmica	Consta de un tornillo sinfín acoplado a una camisa de vapor, se divide en dos partes: la primera de calentamiento y la segunda de mantenimiento de la temperatura hasta inactivar enzimas. Se utiliza para el banano.
Despulpado	Despulpador horizontal	Consta de un eje horizontal en el cual se fijan unas paletas de acero inoxidables, de caucho o escobillas de nylon; la capacidad de extracción esta regulada por la mayor o menor distancia entre las paletas y una malla cilíndrica que los recubre; la regulación de las distancias esta ligada a la clase de fruta que se pretende despulpar.
	Despulpador horizontal de	Formado por un tornillo sinfín, la distancia entre los pasos va disminuyendo cuando el

	tornillo	producto va avanzando, tiene varios grados de tamices para determinar el grado de refinación.
	Despulpador inclinado de escobilla	Funciona con el mismo principio de la despulpadora horizontal , con un tratamiento de fricción ligero, las paletas son sustituidas por escobillas de nylon con una velocidad de rotación menor, evita la rotura de la semilla y se utiliza para un primer despulpado queso.

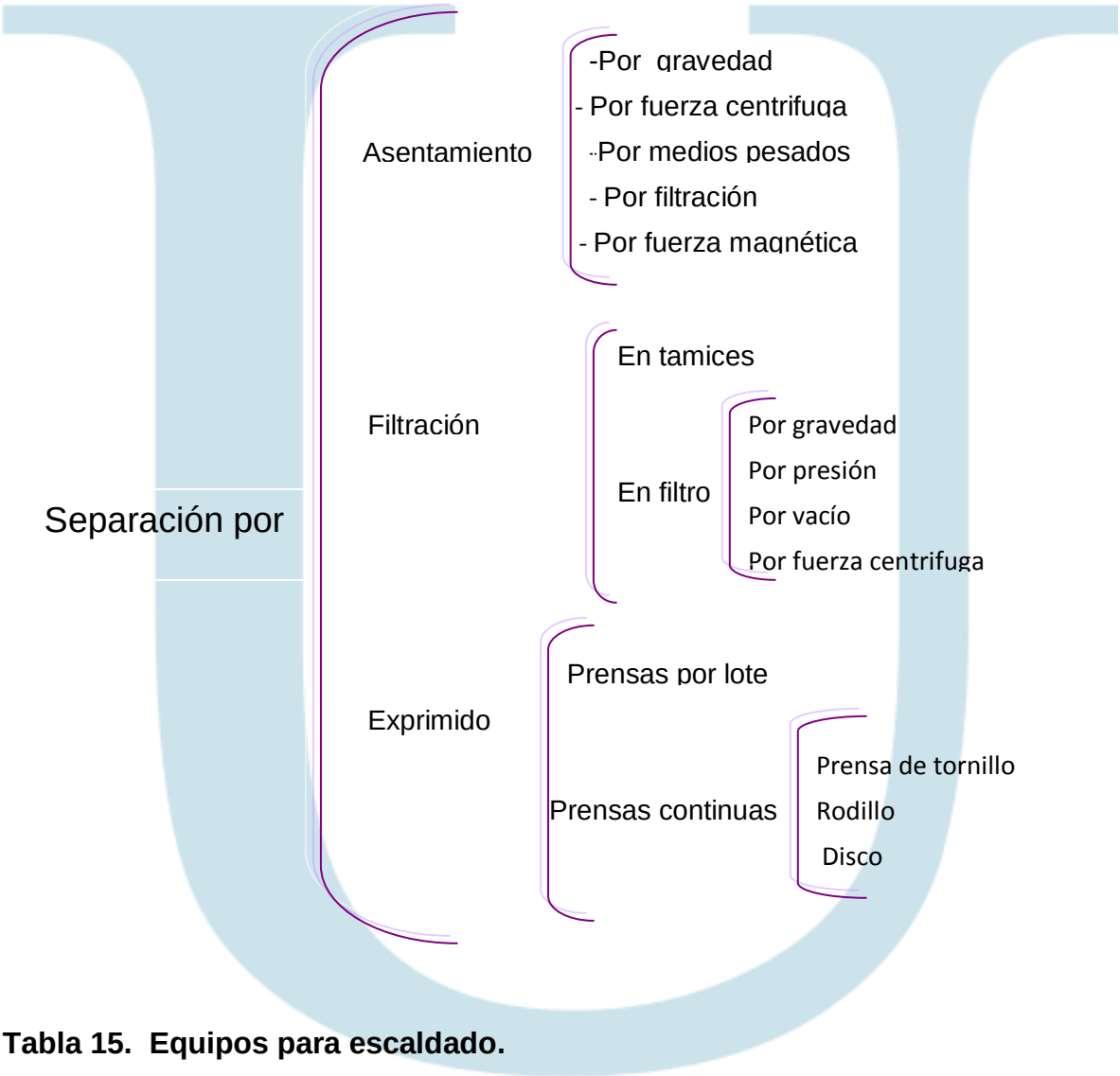


Tabla 15. Equipos para escaldado.

Medios de escaldado	Medio de transporte	Fundamentación
Baño de agua (Calentador de vapor directo	Cinta de cangilones	Transporte horizontal en cubetas; el mismo sistema de conducción retira agua y produce enfriamiento por pulverización de agua fría.
	Tambor de cribas	El tambor rota en la cuba de agua
	Tornillo con cuba	El tornillo perforado transporta el género a través de una cuba dispuesta transversalmente.
	Instalación de tuberías	La mezcla género-agua es bombeada por una conducción de tubería de gran diámetro; el agua circula cíclicamente.
Vapor	Cinta de rejilla	Las frutas y hortalizas se colocan sobre una cinta de rejilla plana, es transportado a través de un túnel de vapor, recibiendo vapor por arriba y abajo.

Fuente: Horst-Dieter Tscheurschnner. Fundamentos de tecnología de los Alimentos**.**

En la tabla 16. Se describe las generalidades sobre las máquinas de clasificación de frutas y hortalizas.

Designación	Principio de trabajo	Indicado para
Cinta de rodillos con cadena	Piezas transportadoras y giradas continuamente por rodillos rotatorios.	Inspección visual de géneros en rotación v. gr., tomates, manzanas
Calibradores de cable	La distancia creciente de los cables en movimiento a igual velocidad posibilita un paso diferenciado por tamaño de las piezas a clasificar.	Géneros redondeados y alargados. Pepinos, cebollas
Calibrador de tambores	La clasificación se logra por diferentes tamaños de paso de las rendijas o cribas de la camisa del tambor.	Guisantes, patatas, judias.
	Separación de restos de los	Guisantes

Clasificadora de flotación	guisantes listos para conservar en virtud de su diferencia de densidad en un flujo de líquido.	
Clasificadora fotoeléctrica (Color)	Clasificación fotoeléctrica en función del color por reflexión incidente en la superficie de rayos de luz o por medición de color por medio de rayos transmisores.	

Fuente: Horst-Dieter Tscheurschnner. Fundamentos de tecnología de los Alimentos**.**

Tabla 17. Envasadora para frutas y hortalizas.

Producto a envasar	Ejemplo	Envasadoras	Observaciones
Líquido	Líquido de relleno jarabe zumos	Dispositivo de vertido.Envasado en vacío	Espacio superior por succión de líquido.
Pastoso	Compota Espinacas Tomate triturado Papillas Mermeladas	Dosificado de émbolo	Modificación de la cantidad de llenado por regulación del recorrido del émbolo
Granulo	Guisantes Zanahorias	Dosificador de volumen	Llenado de recipientes cilindricos.
A granel	Pepinillos Tomates Apio Remolacha Frutas en compota	Envasadora de tambor. Mesa rotatoria envasadora cintas envasadoras	Dosificador por rebosamiento Dosificador manual.

Fuente: Horst-Dieter Tscheurschnner. Fundamentos de tecnología de los Alimentos

Lección 17. Pulpas y Jugos

El ministerio de salud define:

La pulpa. Es el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias.

El jugo es el líquido obtenido de exprimir algunas clases de frutas frescas maduras y limpias, sin diluir, concentrar o fermentar. También se consideran jugos los productos obtenidos a partir de jugos concentrados o clarificados, congelados o deshidratados, a los cuales se les ha agregado solamente agua, en cantidad tal que restituya la eliminada en el proceso.

Los jugos y pulpas de frutas deben elaborarse en condiciones sanitarias apropiadas con frutas frescas, sanas, limpias, libres de materias primas y sabores extraños. El color y olor debe ser característico de la fruta que se esta utilizando y debe contener elementos histológicos o tejido celular de la fruta. Características físico-químicas de los jugos y pulpas de frutas como acidez y los ºBrix se observa en la tabla 19. Al igual que el porcentaje de pulpa de las más comunes frutas.

La acidez titulable establece los niveles mínimos de ácido que debe poseer cada pulpa, expresados en porcentaje masa/masa de ácido cítrico anhidro. También se exige un nivel mínimo de sólidos disueltos o solubles determinados por lectura refractométrica a 20 ºC o grados Brix. El valor de acidez y el % de sólidos solubles determinan parámetro que permiten deducir el grado de madurez de la fruta o si ha sido diluida.

El resultado de los valores de dividir los grados Brix por la acidez nos determina el Índice de Madurez (IM). Este índice aumenta con la maduración de la fruta. Los azúcares aumentan porque llegan de diversas partes de la planta a la fruta y los ácidos disminuyen por el proceso de respiración de la planta, dando como resultado el aumento de los grados Brix y la disminución de la acidez.

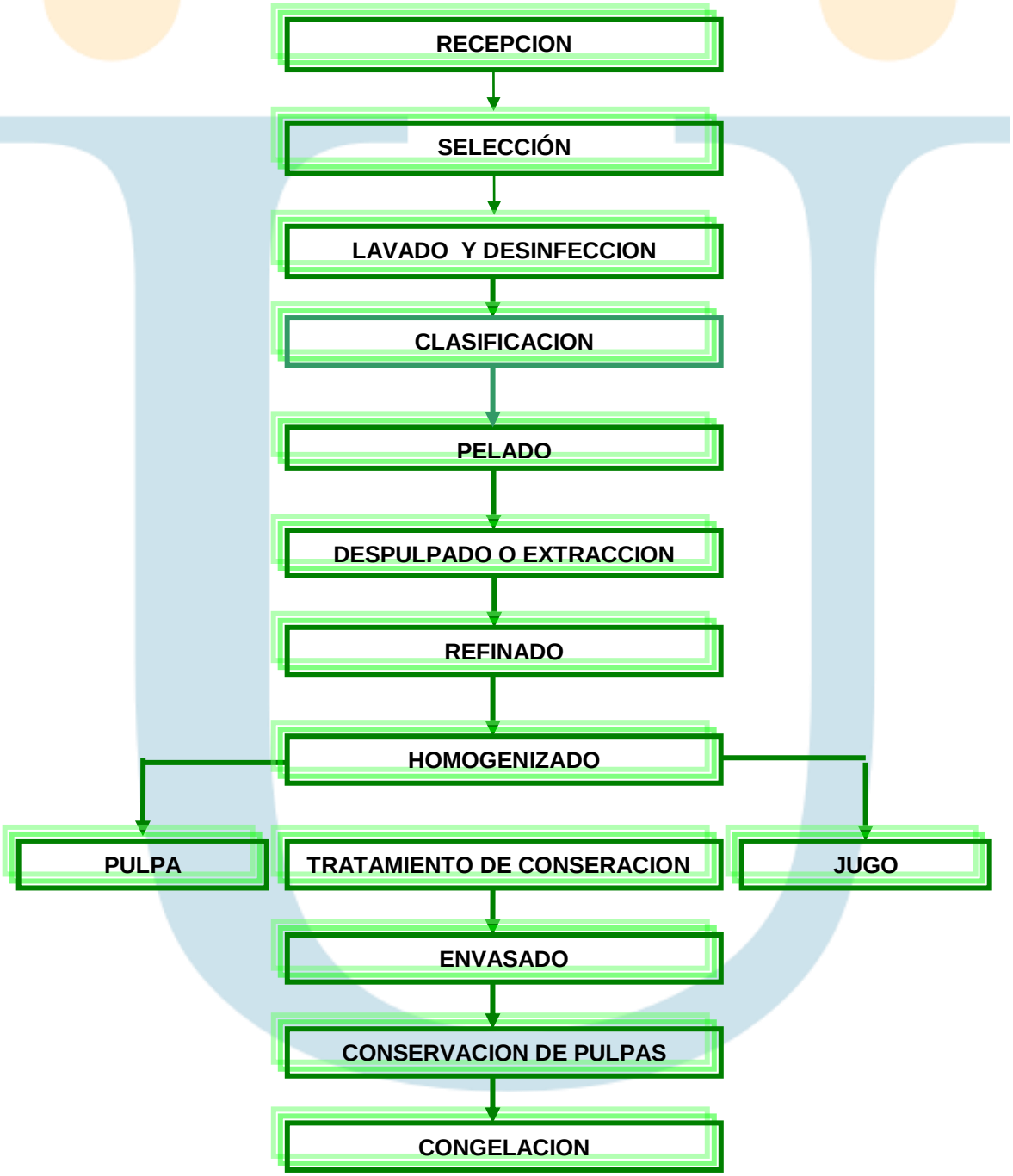
El IM nos permite normalizar pulpas con el fin de formular y elaborar néctares a partir de pulpas normalizadas, obtener un producto de características fisicoquímicas y sensoriales previamente previstas por el procesador

Tabla 18. Características fisicoquímicas de frutas.

FRUTA	% Acidez. Ac. Citrico anhídro	% S. S (ºBrix)	Rendimiento de Pulpa(%)
Banano	0.4	18	70
Borojo	1	30	72
Curaba	1,2	9	61
Durazno	0.3	12	62
Fresa	0.7	7	85
Guanábana	0.7	14	54
Guayaba	0.5	80	76
Lulo	1.0	6	66

Mamey	**0.2**	**13**	**64**
Mandarina	**0.5**	**9**	**40**
Mango	**0.6**	**13**	**54**
Manzana	**0.4**	**10**	**75**
Mora	**1.2**	**8**	**75**
Papaya	**0.2**	**7**	**78**
Pera	**0.4**	**10**	**73**
Piña	**0.5**	**12**	**50**
Tamarindo	**1.0**	**14**	**35**
Tom. de árbol	**1.6**	**12**	**65**

Línea y descripción del proceso para pulpas y jugos



Recepcion y seleccion

Repción.

En el momento de la recepción se debe realizar un muestreo aleatorio, para realizarle pruebas de acuerdo a las especificaciones de madurez, tamaño, color u otro factor de calidad. Las pruebas de calidad se basan en el índice de acidez, ºBrix y porcentaje de sólidos solubles.

Selección.

En esta etapa se separa la materia prima en varios grupos de calidad de acuerdo al peso, tamaño y forma . Este factor es importante en la hora procesar y se debe tener en cuenta también: Color, firmeza, flavor, estado de madurez, composición química, alteraciones y solidez. La fruta o verdura dañadas o alteradas terminan contaminando o transmitiendo la alteración a los otros productos.

La selección se realiza utilizando seleccionadores de cinta plana, de tambores, de rodillos, vibradores y de cinta y rodillo. En ocasiones se realiza manualmente por personas entrenadas que pueden comprobar varios factores simultáneamente.

La selección por peso se realiza cuando el tamaño es grande y voluminoso como la papaya, la ahuyama, la calabaza, el repollo, etc. Este proceso se realiza con balanzas.

La selección por tamaño se realiza por medio de tamices o barreras. Esta selección es realizada por medio de tamices de apertura fija- También se utilizan los tamices de fondo plano y tamices de tambor. Los de fondo plano trabaja con mallas y los de tambor son cilindros de lámina metálica con perforaciones iguales o diferentes y con movimiento rotatorio.

La selección por color se realiza por operarios o medios electrónicos. La selección que realizan los operarios se efectúa teniendo en cuenta patrones establecidos previamente. Por medios electrónicos se realiza en célula fotoeléctrica.

La selección por madurez determina el grado de desarrollo biológico del producto. La determinación de la madurez puede efectuarse determinando la facilidad de desprendimiento de la fruta, por presión de los dedos sobre la superficie, cambio de color verde, aumento del tamaño del fruto, olor, sabor, aroma y características especiales de la semilla.

Los métodos instrumentales son mediciones físicas y químicas. Mediciones de color, textura, humedad, contenido de sólidos solubles, almidón, azúcares, pectinas, contenido de jugo entre otras.

Lavado y desinfección.

Inicialmente se realiza una limpieza para eliminar los materiales extraños como ramas, tierra, insectos y otros que pueden proceder del sistema de recolección y transporte. La limpieza también se realiza por medio de la separación de materiales ligeros de los pesados por gravedad, flotación, inmersión, separación y escurridos.

Entre los métodos principales de lavado están:

- Lavado por inmersión: Las frutas y verduras son lavadas con agua inyectada a impulso, con rodillos de inmersión que obligan al producto a hundirse bajo el agua. Se utiliza para judías y verduras de hojas flotante: espinacas, repollo y perejil.

- Lavado por inmersión - agitación: La agitación puede ser hidrostática y mecánica. Se realiza con agitación dentro del agua por medio de inyección de aire comprimido o introduciendo por medio mecánico el agua bajo presión. La agitación mecánica se puede hacer mediante la utilización de tornillos sinfín, con un agitador de paletas que rota en dirección opuesta y produce el avance del producto que gira en el recipiente que contiene el agua. Este método de limpieza se debe utilizar en productos resistentes.

- Lavado por inmersión – arrastre: Sistema que consta de un tubo largo inclinado, por donde pasa una corriente de agua ascedente. El producto se sumerge a media altura, las partículas más pesadas se sedimentan y el producto se va hacia arriba, una malla separa el agua que se recicla.

- Lavado por aspersión: Consiste en pasar el producto por debajo de unas duchas de agua bajo presión. En este tipo de lavado es importante tener en cuente la presión del agua, la distancia de la ducha al producto, el tipo del producto, el número y forma de orificios de la ducha y el tiempo de contacto.

Las duchas pueden ir colocadas encima y debajo de las bandas transportadoras. En productos delicados se efectúa sobre una base vibrante que permita el avance del producto a la zona de aspersión.

- Lavado por flotación: Este método se basa en la diferencia de densidades entre la suciedad del producto, las vainas, hojas, producto roto y sano. El agua utilizada no debe contener trazas de hierro, calcio ni magnesio, el contenido de alguno de estos elementos puede producir endurecimiento en los vegetales.

- Lavado con cepillos. Lavado entre los listones y los rodillos en rotación de los cepillos. Entre los productos para ser lavados por este sistema están: pepinos, tubérculos, patatas peladas.

- Las sustancias desinfectantes que se emplean son a base de cloro, sales de amonio cuaternario, yodo y otra serie de principios activos que no afectan la salud del consumidor. El hipoclorito de sodio a partir de solución al 13% es el desinfectante más empleado por su efectividad y bajo costo.

En las frutas y hortalizas mínimamente procesadas se utiliza para la desinfectada cloración de hasta 200ppm. Para prevenir la contaminación microbiana. En el lavado se debe tener en cuenta tres parámetros (Anón., 1986):

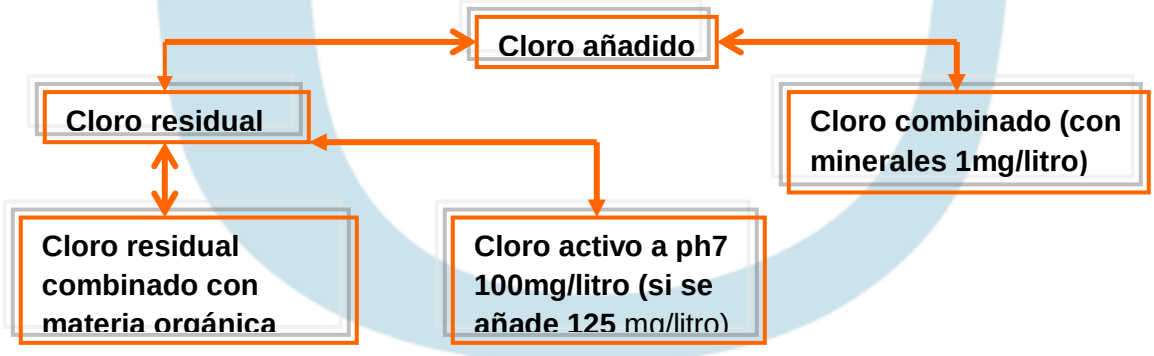
1.Cantidad de agua utilizada: 5-10 l/Kg de producto

2. Temperatura del agua: 4ºC para enfriar el producto

3. Concentración de cloro activo: 100 mg/l.

La cloración del agua de lavado para frutas se relaciona en la siguiente figura.17

Fig 17. Cloración del agua para frutas y hortalizas (Anón., 1988d)



Gould, ha estudiado específicamente la etapa de lavado para determinar productos y se ha optimizado etapas del proceso como el remojo, presión de agua, uso y concentración de los detergentes. Para las frutas y hortalizas que se van a comercializar sin procesar se debe realizar un secado para evitar el desarrollo de mohos y bacterias mediante la eliminación del agua.

Clasificación.

Se realiza esta etapa con el fin de obtener materias primas de calidad y con estándares de calidad para el proceso.

Dentro de las características para clasificar se tiene:

- Color, aroma y sabor
- Ausencia de contaminantes
- Carencia de imperfecciones
- Madurez óptima para procesamiento
- Tamaño y forma

Pelado

El pelado consiste en la eliminación de la capa externa de las frutas y verduras, también se denomina despellejado, descortezado, descascarillado y se puede hacer:

- **Manual:**

El proceso manual es costoso y el porcentaje de perdida es elevado entre un 20-30%. Este método puede producir contaminación por manipulación de los operarios

- **Vapor o agua caliente:**

Se pasa el material por una cámara de vapor a sobrepresión y luego se pasa inmediatamente a la presión atmosférica ambiental de esta manera se desprende la piel y es retirada posteriormente por cepillado o lavado. El tiempo de contacto varía según el producto y el estado de madurez. Con este método se realiza dos operaciones en una pelado y escaldado. El escaldado se puede realizar con una solución de cloruro de calcio CaCL2 al 60% a130ºC por un tiempo de 15 a 50 segundos, luego se realiza un lavado por aspersión con agua fría.

El proceso de escaldado consiste en una breve precocción o prevaporización de los productos frescos y comprende:[6]

* Inactivación enzimática. Se realiza para evitar las alteraciones no deseadas de color, del contenido de vitaminas y del sabor. Las enzimas de oxidación catalizan procesos catabólicos, especialmente tras la disgregación mecánica de los tejidos celulares y al acceder el oxígeno a éstos.

* Contracción y reducción del volumen del producto para un mejor aprovechamiento del volumen del recipiente.

* Extracción del aire y el CO2 (respiración) de los espacios intercelulares para impedir abombamiento y para eliminar sustancias volátiles responsables de aromas y sabores

* Ablandamiento de los tejidos vegetales.

* Eliminación de impurezas y microorganismos que afecten al producto.

A continuación se relacionan las generalidades de los equipos que se utilizan en la etapa de escaldado.

- **Lejía o álcalis (NaOH, KOH):**

Puede realizarse por inmersión o aspersión. Este medio disminuye perdidas, la manipulación es rápida, se requiere grandes cantidades de agua, NaOH y fuente de calor. Para aplicar este proceso se debe tener en cuenta el producto y la madurez y controlar la concentración de la solución, el tiempo de contacto y la temperatura del tratamiento

El uso de la soda debe manejarse con mucho cuidado, el exceso puede producir cambio de pigmentos como los centocianos, es por eso que luego del tratamiento con soda se debe realizar un lavado para neutralizar con una solución diluida de ácido cítrico para ajustar el pH a su valor inicial. También puede afectar las características sensoriales.

Este sistema se utiliza para pelar melocotones, peras, albaricoques, tomates y papas.

- **Con llama.**

[6] Horst-Dieter Tscheurschnner. Fundamentos de tecnología de los Alimentos

Este método se utiliza específicamente para la cebolla y el pimentón. Se pasa el producto por un quemador a una temperatura de 700 a 800ºC por 2 a 5 segundos, después por chorros de agua se elimina los trozos de piel chamuscada.

- **Mecánico.**

El pelado mecánico se puede realizar por dos medios, por cortado y raspado. Para el raspado se utilizan superficies abrasivas de acuerdo al tipo de corteza, pueden ser rodillos de caucho corrugados hasta superficies recubiertas de polvo carborundum grueso. Este método es rápido y no produce contaminación.

- **Combinado.**

Se combina varios métodos para obtener mejores resultados en el proceso de pelado.

- **Pelado enzimático.**

Se realiza un congelación en la superficie por inmersión en una solución de cloruro de calcio a -20ºC por un tiempo de 20-25 seg. Luego se sumerge en agua a45ºC por 15 minutos. El desprendimiento de la corteza se debe a las enzimas pectolíticas que se liberan por rotura de las células a consecuencia de la congelación. A 45ºC estas enzimas provocan la degradación de las sustancias pécticas que mantienen unida la corteza a la pulpa y sí se causa su desprendimiento.

Extracción o despulpado.[7]

Esta operación permite extraer el jugo contenido en las vacuolas y pared celular por el rompimiento de la estructura celular.

Esta separación se obtiene por la acción conjunta de tres efectos:

- Rompimiento mecánico de la pared celular
- Separación de las lamelas por fraccionamiento de la pectina y desprendimiento de la célula por acción térmica o enzimática.
- Permeabilización y plasmólisis de la membrana celular.

Este proceso se puede obtener por reducción del tamaño, calentamiento o congelación y adición de enzimas hidrolizantes. La separación de la fase liquida (jugo) de la sólida del material celulósico (pulpa) se realiza por procesos mecánicos.

[7] Guzmán Rosa, Tec. Frutas y hortalizas. Unad.

Los diferentes tratamientos fisicoquímicos para la extracción de jugos y pulpas son:

- **Decantación.** Se realiza con la utilización de materiales inertes como la cascarilla, fibra de celulosa y fibra sintética. Tiene un rendimiento alto y sus costos son bajos.

- **Calentamiento**: Por medio de inyección de vapor y con microondas. La calidad del extracto se afecta, el rendimiento es alto y sus costos son bajos

- **Tratamientos enzimáticos.** Utilización de enzimas pectolíticas, celulosas, proteasas, amilasas. En este tratamiento la calidad del extracto disminuye, el rendimiento es alto los costos están entre un promedio de alto medio.

Los fenómenos fisicoquímicos y enzimáticos afectan sobre el rendimiento del proceso durante la ruptura de la estructura celular y separación. Entre estos fenómenos tenemos:

- **Físicos y químicos**

- Solubilización de compuestos hidrosolubles:Aromas, sales, colorantes
- Dispersión de los lípidos y ceras de la purina y de la semilla con formación de espuma y desarrollo anaeróbico de las levaduras.
- Disminución de la viscosidad.
- Dispersión del aire intercelular
- Formación de compuestos volátiles y cambios de color.

- **Enzimáticos**

- Actividad fenolásica naturales o fúngicas producen oxidaciones de los polifenoles y reacciones segundarias con el ácido ascórbico y los aminoácidos.
- Liberación del ácido galacturónico e incremento del metanol.
- Cambio de aroma por desprendimiento de hormonas causado por cortes o raspaduras.
- Formación de peróxidos y liberación de compuestos carbonílicos volátiles.

Refinación, homogenización y desaireado

❖ **Refinación**

Consiste en reducir el tamaño de partícula de la pulpa, cuando esta ha sido obtenida por medio de malla de mayor diámetro de sus orificios.

Reducir el tamaño de partícula da una mejor apariencia a la pulpa, evita la separación de los sólidos insolubles en suspensión, le da textura fina a los productos como preparados a partir de esta pulpa. El proceso de refinado disminuye el porcentaje de rendimiento de la pulpa por la separación de material grueso y duro que esta naturalmente presente en la pulpa inicial.

En ocasiones el despulpado se puede realizar en la misma despulpadora, solo que se le cambia la malla por otra de diámetro de orificio mas fino. Generalmente la primera pasada para el despulpado se realiza con malla 0,060" y el refinado con 0,045 o menor. La malla inicial depende del diámetro de la semilla y el final de la calidad que se quiera la pulpa.

- **Homogenizado**

Es otra forma de refinar una pulpa. En esta operación se emplean el molino coloidal para igualar el tamaño de las partículas. Permite "moler" el fluido al pasarlo por dos conos metálicos uno de los cuales gira a un elevado número de revoluciones. La distancia entre los molinos es variable, y se ajusta según el tamaño de partícula que se necesite. La fricción entre el molino y el fluido es tan alta que la cámara de molido, necesita ser refrigerada mediante un baño interno con un fluido refrigerado como el agua. Aquí también la pulpa sometida a homogenización sufre una alta aireación como en el caso del molido, despulpado y refinado.

- **Desaireado**

Consiste en eliminar el aire involucrado durante el proceso. Tenemos las siguientes recomendaciones:

* Realizar un calentamiento suave para disminuir la solubilidad de los gases y extraerlos.

*Aplicar vacío a una cortina de pulpa. La cortina se logra cuando se deja caer pulpa por las paredes de una marmita o se logra hacer caer una lluvia de pulpa dentro de un recipiente que se halla a vacío.

Entre mas pronto se efectúe el desaireado, menores serán los efectos negativos del oxígeno involucrado en la pulpa. Produciendo la oxidación de compuestos como las vitaminas, formación de pigmentos que pardean algunas pulpas; la formación de espuma que crea inconvenientes durante las operaciones de llenado y empacado.

Envase y conservación

- **Envasado en caliente.**

La pulpa o jugo es pasteurizada a temperatura entre 90 y 95º C por un tiempo de 60 segundos, luego se pasa a llenado y cerrado. Este proceso se realiza a pulpas y jugos con pH inferior a 4.5; si poseen valores superiores se debe ajustar empleando ácido cítrico, luego se procede a enfriar por agitación hasta alcanzar temperatura de 37ºC.

- **Envase aséptico.**

Se realiza un proceso de ultrapasteurización, muy utilizado para jugos envasados en tetrapack

- **Preservación con agentes químicos.**

Las sustancias utilizadas para este fin son el ácido sórbico y benzoico y sus sales sódicas y potásicas, en cantidades no superiores del 0.1% (p/p), dosis superiores se puede utilizar en pulpas que van a ser diluidas. También se puede utilizar anhídrido sulfuroso gaseoso (SO2), o el obtenido de la disociación de sus sales como bisulfito o metabisulfito de sodio y potasio, siempre que sea eliminado por volatilización. Con estos agentes se debe evitar cambios en las características sensoriales de los productos que se están procesando.

Lección 18. Néctares

El néctar. Es el producto elaborado con jugo, pulpa o concentrado de frutas adicionado de agua, aditivos e ingredientes permitidos por la norma.

De acuerdo a la reglamentación del Ministerio de Salud pública. El porcentaje mínimo de jugo o pulpa presente en el néctar y los sólidos solubles aportados por la fruta al néctar se encuentran relacionados en la siguiente tabla. 19.

Los néctares de frutas se designarán con la palabra "Néctar de..." seguido del nombre de la fruta utilizada. El producto elaborado con dos o más frutas debe aparecer en el rótulo el nombre de las frutas utilizadas. Los néctares de frutas podrán llevar en el rótulo la frase 100% natural, solamente cuando al producto no se le agreguen aditivos, con la excepción del ácido ascórbico.

El porcentaje mínimo de sólidos solubles de fruta para la preparación de néctares se calcula de acuerdo a los grados Brix mínimos que se supone posee la fruta. Un ejemplo: La guanábana tiene 13 ºBrix y la pulpa de guanábana tiene que estar presente en un 18% mínimo. De acuerdo a lo anterior se interpreta que estas 18 partes de guanábana en un néctar estarán aportando el 13% de 18:

18*13/100 = 2.34 gr. De sólidos solubles / 100 g de néctar.

Características Fisicoquímica

Los sólidos solubles o grados Brix, medidos mediante lectura refractométrica a 20 º C en porcentaje m/m no debe ser inferior a 10%; su pH leído también a 20 º C no debe ser inferior a 2.5 y la acidez titulable expresada como ácido cítrico anhidro en porcentaje no debe ser inferior a 0,2.

Tabla 19. Porcentaje de jugo y sólidos solubles presentes en el néctar.

FRUTA	%Mínimo de jugo o pulpa presente en el néctar.	% Mínimo de S.S aportados por la fruta al néctar
Albaricoque	18	1.44
Curaba	18	1.44
Durazno	18	2.07
Fresa	25	1.75
Guanábana	18	2.34

Guayaba	**18**	**1.44**
Limón	**10**	**0.6**
Lulo	**18**	**1.08**
Mandarina	**40**	**3.6**
Manzana	**18**	**1.8**
Mango	**18**	**2..23**
Maracuya	**15**	**1.7**
Mora	**18**	**1.17**
Naranja	**40**	**3.6**
Papaya	**25**	**1.8**
Piña	**18**	**1.8**
Pera	**30**	**3.0**
Tamarindo	**1.0**	**1.8**
Toronja	**30**	**2.4**
Uva	**20**	**2.4**

Características sensoriales

Los néctares de fruta deben ser líquidos libres de materias y sabores extraños, de color uniforme y olor característico de la materia prima que se esta utilizando.

Características Microbiológicas

Las características microbiológicas de los néctares de frutas higienizados con duración máxima de 30 días, son las siguientes

Característica	**m**	**M**	**c**
Recuento de microorganismos mesofílicos	1000	3000	1
NMP coliformes totales/cc	9	29	1
NMP coliformes fecales/cc	3	-	0
Recuento de esporas clostridium sulfito reductor/cc	<10	-	0
Recuento de Hongos y levaduras/cc	100	200	1

CON:
m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.
M = Índice máximo permisible para identificar nivel de aceptable calidad.
c = Número máximo de muestras permisibles con resultado entre m y M.
NMP = Número más probable.

En todos los casos se tomarán tres muestras a examinar.

Las características microbiológicas de los néctares higienizados con duración mayor de 30 días, son las siguientes:

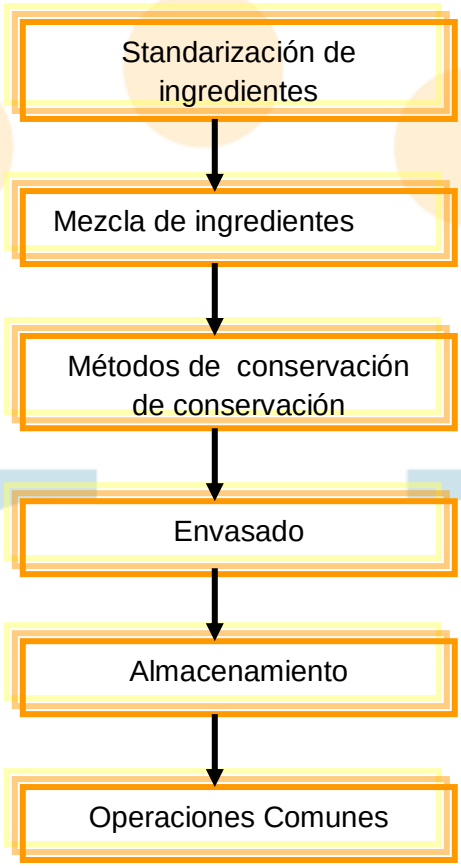
	m	M	c
Recuento de microorganismos mesofílicos	100	300	1
NMP coliformes totales/cc	<3	-	0
NMP coliformes fecales/cc	<3	-	0
Recuento de esporas clostridium sulfito reductor/cc	<10	-	1
Recuento de Hongos y levaduras/cc	>10	100	1

Los néctares de frutas que sean sometidos a proceso de esterilidad, es decir a un tratamiento más drástico que la pasterización, no se permite agregarles sustancias conservantes. Solo si han sido fabricados con jugos, pulpas o concentrados conservados previamente, se permite la presencia de sorbato o benzoato en una cantidad máxima de 250 mg/l y de anhídrido sulfuroso en cantidad máxima de 60 mg/l.

Entre los edulcorantes naturales más comunes están la sacarosa o azúcar de mesa, la glucosa, jarabe invertido, fructosa y la miel. Recientemente se están empleando otros edulcorantes que disminuyen el contenido calórico a los llamados productos denominados dietéticos, sin cambiar de manera significativa las características sensoriales, entre estos están el sorbitol, aspartame y sacarina.

Para complementar la temática es importante que busque lea y analice la resolución 7992 del ministerio de salud.

Diagrama de proceso



Lección 19. Standarización y formulación de Ingredientes.

Importante es tener en cuenta las características fisicoquímicas básicas como los grados brix, acidez, pH y viscosidad para la elaboración de jugos, estas características no deben diferenciarse mucho con respecto a las materias primas que se van a utilizar para que no afecten la apariencia, color, aroma, sabor y consistencia características sensoriales importantes ante el consumidor.

Inicialmente se desarrolla un ejercicio para elaborar néctares a partir de pulpas edulcoradas.

Formulación

Se desea preparar un néctar de mora a partir de pulpa edulcorada.

Los 20 Kg de néctar a preparar deben tener 20% de pulpa y 12 Bx finales. La pulpa cruda de mora disponible tiene 8 Brix.

Se plantear la pregunta de ¿cuánta pulpa y cuánta azúcar deben mezclarse y tenerla lista para luego agregar y cuánta agua a fin de obtener el néctar?

Del enunciado se puede conocer inicialmente:

a. Los kg de pulpa que se necesitan
Se calcula el 20% de 20Kg de néctar: **20 kg x 20/100= 4 kg de pulpa.**

b. los kg de sólidos solubles que tendrá el néctar.

Se calcula 12% de 20Kg de néctar: **20 kg x 12/100= 2,4 kg**

Es decir que los 20 kg de néctar deben contener 4 kg de pulpa y los 2,4 kg de sólidos solubles del néctar deben ser aportados por la pulpa y por el azúcar que se deben agregar.

Es necesario recordar que no es lo mismo efectuar los cálculos empleando kg o litros. La primera es una medida de peso y la segunda de capacidad o volumen.

Para hacer la conversión se debe emplear la fórmula de P=V*d, donde P representa el peso en kg, V el volumen en litros o mililitros y d representa la densidad.

Los valores aproximados de densidad para algunas soluciones azucaradas son:

Brix	Densidad	Brix	Densidad
12	1.046	40	1.170
15	1.060	50	1.230
20	1.080	68	1.330

La pulpa de mora tiene 8 ºBx, es decir 8% de sólidos solubles o sea, de 100 kg o gramos de pulpa, 8 kgo g son de sólidos solubles. Si calculamos el 8% de 4 Kg obtendremos los kg de sólidos solubles que aportará la pulpa incluida en el néctar.

4 kg x 8/100= 0,32 kg o 320 gramos

Como el néctar necesita tener 2,4 kg o 2400 g de sólidos solubles, quiere decir que se necesitan agregar:

2400-320= 2080 g de sólidos solubles.

Estos se obtienen al agregar 2080 g de azúcar.

De forma que ya se puede decir que se necesitan pesar 4,0 kg de pulpa y 2,08 kg de azúcar para mezclarlas con la cantidad de agua que hace falta para completar 20 kg de néctar.

20 kg - (4,0 + 2,08) = 13,92 kg de agua.

	El ejercicio: Realice la formulación de ingredientes y los cálculos para estandarizar un néctar normalizado. Socialice este ejercicio con los compañeros del grupo colaborativo.

Lección 20. Concentracion de jugos [8] y conservacion

1. **La concentración o eliminación de agua se puede efectuar por:**

- Evaporación
- Osmosis inversa
- Crioconcentración

❖ **Evaporación**.

Método empleado para concentrar jugos de frutas. Los jugos presentan características diferentes por eso es importante tener en cuenta los siguientes parámetros para determinar el proceso a seguir:

- Clase de jugo
- Calidad de jugo
- Viscosidad
- Materia prima
- Producto terminado

[8] Guzman Rosa.Tecnología de Frutas y Hortalizas.

En el proceso de evaporación muchos de los componentes son arrastrados por el vapor de agua; si estos aromas no se recuperan y se reintegran al jugo concentrado el jugo reconstituido no tiene el sabor y aroma del jugo original; para esto se utilizan los recuperadores de aroma.

❖ **Osmosis Inversa.**

La ósmosis es un proceso físico que se utiliza para deshidración de los alimentos,

y se realiza por:

- **Osmosis directa**: cuando una membrana semipermeable separa dos soluciones acuosas a igual presión y diferente concentración, el agua pasa de la solución más diluida a la más concentrada; debido a que el potencial químico o actividad del solvente disminuye por la presencia de las moléculas de soluto (concentración) que de la clase de material disuelto.

- **Osmosis inversa**. Al aplicar una presión mayor al lado de la membrana semipermeable que separa la solución de mayor concentración, el exceso de presión excede la presión osmótica haciendo que el agua fluya en dirección opuesta. Este proceso tiene aplicación en la separación del agua de soluciones de sustancias orgánicas e inorgánicas sin necesidad de la aplicación del calor, ni cambio de estado físico del solvente. La ósmosis inversa tuvo poca aplicación debido a que no habían desarrollado membranas resistentes a la presión y de permeabilidad selectiva.

La osmosis inversa se ha utilizado en la concentración de jugos de naranja, manzana por efectuarse a temperatura ambiente, las características químicas y sensoriales no se pierden. La selectividad de la membrana evita la perdida de componente; las moléculas grandes no atraviesan la membrana semipermeable, pero algunas sales y ácidos de bajo peso molecular pasan por la membrana por remoción con el agua.

Los factores que influyen en la osmosis inversa son el líquido y la membrana: El líquido depende de la composición química, la concentración y la selectividad (porosidad). La membrana se relaciona con la velocidad de permeación y depende del pH, la presión, la temperatura y la viscosidad.

Las principales ventajas de la osmosis inversa: Bajo consumo de energía, daño térmico mínimo, mayor retención de aroma y color, conservación de las características fisicoquímicas y buen rendimiento

❖ Crioconcentracion.

La crioconcentración se basa en una congelación del producto y eliminación del hielo (agua); separando los constituyentes no acuosos en una fase concentrada. Los jugos de fruta no son soluciones verdaderas, junto con el agua contienen una serie de sustancias disueltas y suspendidas, para la crioconcentración los jugos de fruta se consideran como un sistema binario en donde el agua es uno de los componentes y el resto otro componente.

Cuando una mezcla binaria se congela en condiciones para alcanzar un equilibrio, se separa la fase más sencilla cristalizándose en la fase líquida. En una mezcla binaria, sólo uno de los componentes cristaliza en forma pura, en este caso el agua. En la mezcla, la cristalización permite la concentración de la solución restante; este fenómeno es la base del proceso de crioconcentración, su utilización es importante en alimentos con alto contenido de sustancias volátiles: como se efectúa a temperatura baja y los cristales de hielo formados son de alta pureza se reduce al mínimo el deterioro del producto y la pérdida de aromas.

Es indispensable la formación de un núcleo para la cristalización, se inicia cuando un grupo de agregados de moléculas bajo condiciones apropiadas se unen entre sí. Estas condiciones dependen de la temperatura, concentración de soluto, agitación del líquido, orientación de las moléculas en el líquido y características de la fase externa del líquido.

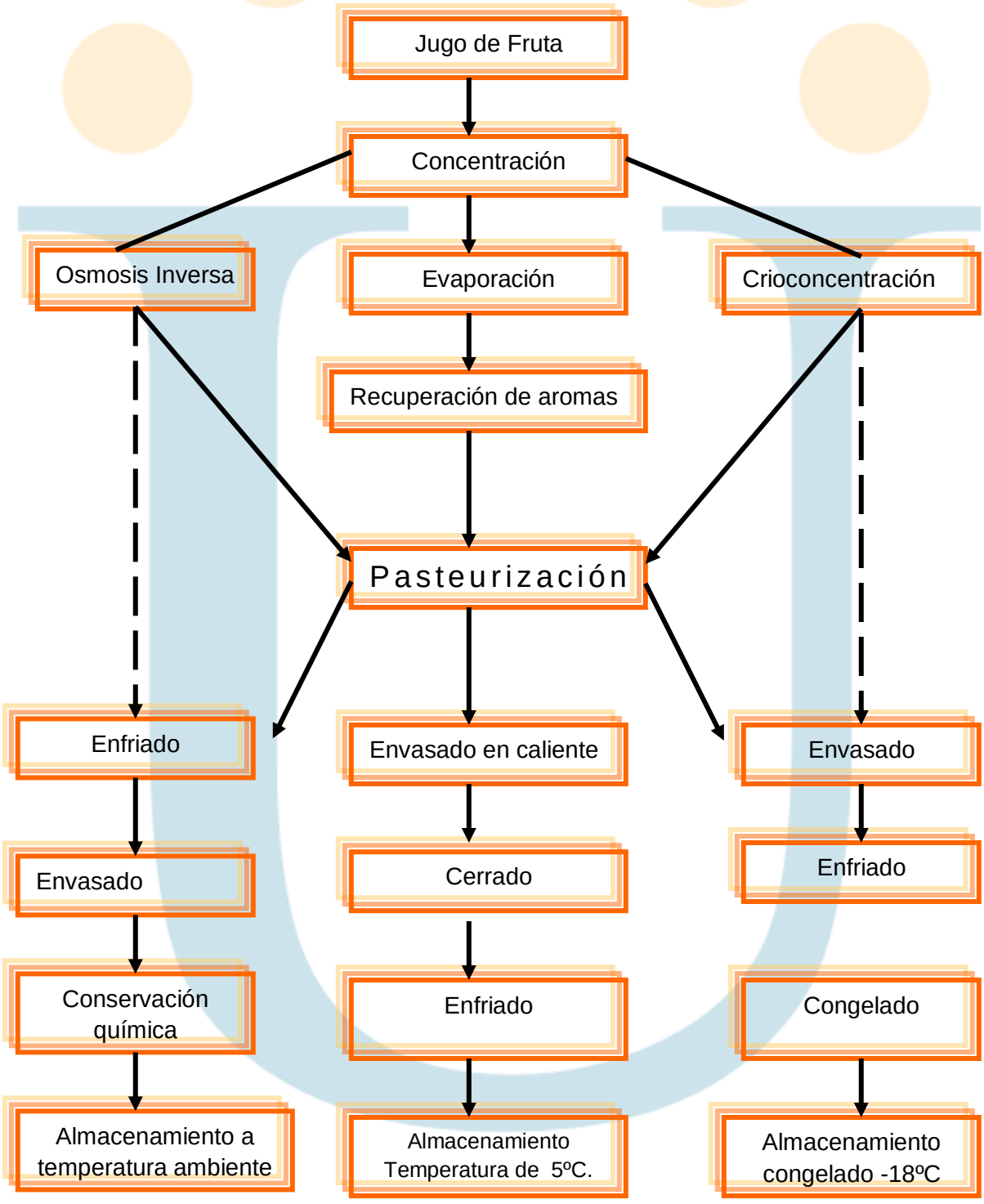
La cantidad de sustancias sólidas que se adhieren al cristal dependen de su estructura y tamaño. La separación de cristales, es importante la formación de pocos cristales pero de gran tamaño, debido a lo anterior el enfriamiento debe hacerse lentamente con el fin de evitar excesiva nucleación.

Las ventajas del proceso:

- ✓ Concentrar los jugos sin pérdidas apreciables de sabor, aroma, color y valor nutricional.
- ✓ La diferencia de temperatura entre el jugo y el medio de congelación en muy baja.
- ✓ La remoción de agua es selectiva aplicando procesos de lavado y recistalización adecuados
- ✓ Las reacciones de polimerización y condensación que sufren los aromas en los sistemas de concentración por calor están inhibidas.

Este método de más costoso que el de ósmosis inversa, debido a que la inversión inicial y el consumo de energía es alta. Una desventaja es el contenido de materiales que aumentan excesivamente su viscosidad (pectina) la concentración no es mayor del 50 al 55% por la dificultad presentada en la formación de cristales de hielo

Línea para elaborar jugos concentrados



2. Conservación de pulpas

TECNICAS DE CONSERVACION	FUNDAMENTACION
(1) Pasteurización	Tratamiento suave. El principal propósito es destruir patógenos, reducir los recuentos bacterianos, inactivar enzimas y prolongar la vida útil. La esterilización es simplemente una pasterización más drástica que elimina mayor número de microorganismos. Se logra empleando equipos más complejos como una autoclave, en donde por la sobrepresión que se alcanza, la temperatura puede ascender a niveles superiores a los de ebullición del agua a condiciones de medio ambiente. En el caso de las pulpas casi no se emplea esterilizarlas debido al bajo pH que caracteriza a la mayoría de las frutas.
(2) Congelación	La congelación detiene la actividad del agua debido a la solidificación. Al no estar disponible como medio líquido, muy pocas reacciones pueden ocurrir. Solo algunas como la desnaturalización de proteínas presentes en la pared celular. Esto genera la precipitación de los sólidos insolubles con lo que se favorece el cambio en la textura y la separación de fases, sobre todo cuando con estas pulpas se preparan néctares. Según la velocidad de congelación se forman cristales s de hielo que crecen y causan roturas de las paredes celulares y pérdida de la capacidad retenedora de los jugos dentro de las células. Se ha notado también que la congelación produce una disminución de los aromas y sabores propios de las frutas . A pesar de estos cambios, la congelación es la técnica mas sencilla que permite mantener las características sensoriales y nutricionales de las pulpas frescas. Este método es costoso y se debe tener una buena infraestructura en la cadena de frío.
(3)Empleo de aditivos	Se emplea después de la pasteurización y enfriamiento de la pulpa a temperatura ambiente. Las sustancias más utilizadas son los ácidos sórbicos y benzoico sus sus sales sódicas y potásicas.
(4)Pulpas edulcoradas	El combinar pulpa con azúcar le da mayor estabilidad que la pulpa cruda; el néctar preparado a partir de esta pulpa presenta mejores características de color, aroma y sabor que el preparado con pulpa cruda congelada no edulcorada; la textura de la edulcorada congelada es mas blanda que la cruda congelada, permitiendo una dosificación mas sencilla que la cruda congelada. Finalmente la pulpa edulcorada permite una preparación de néctares más rápida, ya que solo hay que mezclarla con agua.
(5) Concentración	Este método permite extraer un % de agua y los niveles de S.S para alcanzar la Aw entre 60-65%. Existen diferentes técnicas de concentración. Las hay por simple evaporación en marmita abierta a presión atmosférica; por evaporación al vacío a bajas temperaturas (50-60 ºC); por crioconcentración, permitiendo retirar el agua congelada que inicialmente se forma cuando se somete a congelación, o por ósmosis directa, colocando en contacto trozos de alimentos con un fluido concentrado que ejerza alta presión osmótica para absorber y retirar el agua a temperatura ambiente.[9]
(6) Deshidratación	La deshidratación de pulpas permite obtener un alimento en estado sólido con un contenido en agua inferior al 15%. La presentación es en hojuelas o polvo. Su tiempo de conservación es mayor. Sus características sensoriales cambian por el pardeamiento que se presenta debido a la exposición de calor y a la oxigenación. Entre las desventajas se tiene la formación de grumos o ser de lenta rehidratación cuando se va a preparar néctares. Esta técnica se realiza por atomización, secado en rodillos, secado al vacío en bandejas o en cámaras de sacado por aire caliente.

[9] Unal. 1995.

Conservación de Néctares

- Pasteurización: Esta etapa se puede realizar por dos métodos. El primero método se prepara el néctar, es calentado a 60ºC y pasado a envase para ser colocado en marmita o autoclave hasta alcanzar una temperatura interna de 85-88ºC. Por el segundo medio el néctar se calienta hasta una temperatura de 90ºC para luego envasar sellar y ser refrigerado por un tiempo de 1-3 minutos.
- Esterilización térmica y envasado aséptico: Consiste en el calentamiento rápido del fluido, retención durante un corto periodo de tiempo, enfriamiento y envasado bajo condiciones asépticas en recipientes previamente esterilizados.
- Empleo de aditivos: Los agentes más empleados para inhibir el desarrollo de microorganismos son los benzoatos, sorbatos y compuestos de azufre como metabisulfito. Los dos primeros son usadas principalmente sus **sales de sodio y potasio** en concentraciones entre 0,05 a 0,1%. Por encima de estas concentraciones son detectables por el sabor característico que comunica al néctar. Otros agentes empleados como antioxidantes son el ácido ascórbico solo o en combinación con el ácido cítrico
- Método combinado. Es la combinación de las diferentes maneras de conservar para evitar alteraciones nutricionales y sensoriales con la utilización de métodos únicos y fuertes.

Actividad Final

- ***Explique la diferencia entre pulpas, jugos y néctares.***
- ***En una tabla. Determine los defectos de las pulpas, jugos y néctares y explique la causa que lo genero.***
- ***Realice la formulación de ingredientes y los cálculos para un néctar normalizado.***

Capitulo 5. Materias primas para la elaboración de productos concentrados.

Actividad Inicial.

Tenga en cuenta sus conocimientos y/ presaberes y defina:

Edulcorante.
Azúcar invertido
Gelificación
La sinéresis
Pectina

Lección 21. Frutas

La materia prima fundamental para la elaboración de mermeladas y jaleas son las frutas. Estas de acuerdo a su composición química son fuente de azúcares, ácidos, vitaminas y minerales.

Desde el punto de vista de su fabricación suministran el olor, sabor y color del producto a elaborar y aportan generalmente sustancias pécticas, ácidos y azúcares; componentes necesarios para obtener un producto final de buena calidad.

Características de la fruta a utilizar.

- **Estado Optimo de madurez**

Es muy importante para la calidad del producto final y eficiencia del proceso; la madurez biológica que corresponde al desarrollo de la fruta permite obtener una material con las mejores características de tamaño y textura para el procesamiento industrial.

- **Sabor, Color y Aroma**

Son los que dan las características sensoriales específicas de cada producto y deben ser estables en cuanto sea posible a los tratamientos del procesamiento. Las frutas que no han alcanzado la madurez fisiológica son deficientes en las propiedades anteriores y producen colores pardos en los productos finales; las frutas muy maduras tan poco son muy adecuadas debido a que son modificadas por las reacciones metabólicas y la hidrólisis enzimática de las péctinas.

- **Buen Balance Azúcar / ácido.**

El proceso de maduración supone un descenso de la acidez debido a que los ácidos orgánicos son fuente de energía para el proceso de respiración. La sacarosa y los azúcares reductores aumentan debido a la hidrólisis del almidón. La relación entre la producción de azúcares y la acidez es un índice de la madurez.

- **Contenido de pectina adecuado**

Las frutas en estado óptimo de madurez contienen suficiente pectina natural para dar un producto final satisfactorio. Las frutas sobremaduras han perdido total o

parcialmente estos constituyentes a causa de la acción enzimática. En la formulaciones de mermelada es necesario tener en cuenta calcular la cantidad de pectina de la fruta (Tabla 15) ya que esta influye en la consistencia final del producto.

- **Estado físico**

Las frutas deben estar desprovistas de toda clase de contaminaciones microbiológicas, Parásitos e insectos y residuos de plaguicidas. Además no deben tener golpes o Magulladuras.

Clases de fruta

La fruta utilizada en la elaboración de mermeladas y jaleas puede ser fresca, entera, en trozos, con eliminación de las partes no comestibles, pulpa de fruta o jugo de fruta y en el caso de sustitución de la fruta fresca se puede utilizar la cantidad equivalente de fruta del pulpa o de jugo en forma concentrada, congelada deshidratada o de otra forma preservadas, como a continuación se describe:

- **Fruta Fresca**

Se emplea fruta fresca entera, proveniente de los centros de acopio o directamente de los cultivos; también se puede utilizar la fruta rechazada por tamaño en la línea de conserva y la no apta para consumo en fresco por golpes o magulladuras siempre y cuando se haga una buena selección y se eliminen las partes defectuosas.

- **Fruta Preservada**

Se usa aquella que ha sido conservada mediante:

Sustancias químicas:

El método más empleado es la sulfitación utilizando anhídrido sulfuroso (SO_2) en forma de gas o con sales como el metasulfito de sodio o el bisulfito de sodio. La cantidad a agregar depende principalmente del tiempo de conservación deseado: 200 ppm conserva una pulpa empacada durante ocho (8) días en cualquier clima y con 2000 ppm se logra conservar estable por más de dos años.

Por esta técnica sencilla, económica y eficaz, se ha utilizado extensamente en

nuestro medio para la conservaci6n de purés de frutas tropicales como guayaba, papaya, mora, guanábana, piña, mango. Las pulpas tratadas de esta manera se envasan en bolsas de polietileno selladas y protegidas dentro de una caneca metálica o de plástico. Cuando se vayan a utilizar como materias primas para procesamiento industrial, requieren someterlas a una etapa de eliminación del agente conservante utilizado para el almacenamiento.

La adición de estas sustancias ejerce además un efecto protector con respecto a ciertos procesos desfavorables tales como el pardeamiento enzimático. Su acción antimicrobiana es más eficiente en bacterias y mohos que sobre las levaduras.

Es de igual uso los agentes conservadores orgánicos, como los ácidos grasos saturados y sus sales. Se ha observado que la presencia de dobles enlaces en estos ácidos, aumenta la actividad antimicrobiana.

El ácido sórbico y el sorbato de potasio son usados para inhibir sobretodo mohos, pero en menor grado las levaduras e incluso las bacterias. El ácido benzoico y el benzoato de potasio, de estos dos es más utilizada su sal debido a que presenta mayor solubilidad en agua. Estos productos son sobretodo activos a pH bajo, por debajo de 4.0 por ser la forma no ionizada del ácido benzoico la que es más activa. En estas condiciones el bajo pH es suficiente para inhibir la mayor parte de las bacterias lo que es esencialmente interesante para proteger al producto contra las levaduras y a un menor grado contra los mohos.

Enlatada

Es un método muy utilizado, en los países donde prohíben la conservación por medios químicos; para conservar grandes volúmenes de fruta obtenidas en la temporada de cosecha. Este método emplea las etapas generales para la fabricación de conservas, envasa la fruta en envases cilíndricos de hojalata de 3 y 5 Kg. con adición de agua o una solución de azúcar de baja concentración, como líquido de llenado. Es muy ventajoso por el tiempo de almacenamiento prolongado y por la no utilización de preservativos químicos, las desventajas son los altos costos del equipo y el envase.

- **Fruta congelada**

El tratamiento por congelación retrasa los cambios químicos y microbiológicos de las frutas por inhibición de las actividades metabólicas. temperaturas de almacenamiento de -5 a -7ºC inhiben el crecimiento de los microorganismos más

no la acción enzimática que en forma muy lenta produce modificaciones en el sabor, color y consistencia de algunas frutas; para evitar lo anterior es recomendable realizar un tratamiento térmico (escaldado) antes de la congelación.

Este procedimiento debe contar con una buena infraestructura de congelación y almacenamiento en frío; sistema todavía muy costoso en nuestro medio. Para algunas frutas el tratamiento se complementa mediante la adición de azúcar como en las fresas y en las moras.

- **Refrigerada**

Este sistema no permite periodos prolongados de conservación.

- **Fruta deshidratada**

La fruta deshidratada se emplea algunas veces en la fabricación de mermeladas aunque la calidad del producto final es bastante deficiente debido a los tratamientos térmicos sufridos por el material El sistema que produce mejores resultados y a bajo costo es la osmodeshidratación de fruta fresca con azúcar granulada o jarabe concentrado, obteniéndose la fruta entera parcialmente deshidratada y un jarabe enriquecido con el sabor y aroma de la fruta que puede utilizarse para la elaboración de la mermelada. En Colombia solamente se prepara, en esta forma, la mermelada de ciruelas pasas.

La fruta liofilizada mantiene sus características en forma óptima por lo que en algunos países industrializados se han preparado mermeladas; sin embargo su costo final aún no es competitivo en el mercado.

La norma Icontec 285 permite el uso como edulcorantes en la fabricación de mermeladas y jalea s de los siguientes azúcares: sacarosa, azúcar invertido, glucosa, y miel de abejas.

Características físico- químicas

Como se menciono anteriormente, es importante conocer los porcentajes de pectina, ácido y contenido de sólidos solubles de la fruta en la formulación de la

mermelada. En la tabla 20, se describe el porcentaje de pectina de las frutas de mayor uso en este producto.

TABLA 20. CONTENIDO DE PECTINA DE ALGUNA FRUTAS

Frutas	Pectina, como Pectinato de Calcio Bruto g/100g (11)		
	Min.	Máx.	Promedio
Uvas Espin	0.50	1.19	1.19
Fresas	0.36	0.78	0.53
Frambuesas	0.37	0.87	0.53
Grosellas Rojas	0.44	0.67	0.58
Grosellas Negra	0.63	1.6	1.08
Cerezas (sin semilla = s.s.)	0.11	0.40	0.24
Ciruelas Victoria (s.s.)	0.61	1.07	0.81
Ciruelas Verdes y Doradas (s.s.)	0.67	1.02	0.80
Ciruelas Rojas (s.s.)	0.54	1.21	0.82
Ciruelas Claudia (s.s.)	0.86	1.03	0.95
Manzanas	0.49	1.31	0.75
Moras Negras (s.s.)	0.22	0.85	0.59
	Bibliografia[1]		Contenido Prom. de Pectina, como tal g/100g
Guayaba madura (s.s.)	(1)		1.5
Papaya madura (s.s.)	(12)		0.45
Papaya pintona (s.s.)	(12)		0.55
Mora de Castilla (s.s.)	(12)		0.65
Cáscara de naranja	(14)		2.5

1. Para la guayaba, la papaya (madura y pintona) y la mora de castilla, se encontró que la pectina se clasifica como gelificación “Rápida”.

En la tabla 21 se presenta el grupo o categorías donde se ubican las frutas según su valor de pH dentro de la clasificación de los vegetales.

Tabla 21. CLASIFICACION DE LOS VEGETALES SEGÚN SU VALOR pH

Grupo 1 Alimentos de baja acidez pH	5.0	5.0
Nombre	**Valor del pH**	
Níspero	5.0	5.1
Espárrago	5.5	6.0
Habichuelas	5.3	5.9
Habas	6.0	
Remolacha	5.2	5.1
Zanahoria	5.1	5.3
Coliflor	5.7	6.1
Apio	5.3	6.0
Maíz	6.1	6.3
Berenjena	5.6	
Champiñones	6.2	6.4
Alverjas	6.0	6.4
Papas	5.4	5.8
Calabaza	5.3	
Espinacas	5.4	6.0
Nabos	5.5	5.5
Grupo 2 Alimentos de acidez media pH	4.5	5.0
Higos	4.5	5.0
Papaya	4.5	5.1
Grupo 3 Alimentos ácidos pH	3.7	4.5
Cerezas	3.8	4.5
Mango	3.8	4.3
Melón	4.1	4.3
Pera	3.9	4.7
Ciruelas pasas	3.6	4.1
Tómate	4.3	4.7
Piña	3.6	4.1
Guayaba	4.0	4.1

Tabla 22. Porcentaje de sólidos solubles y % agua de algunas

PRODUCTO	%SÓLIDOS SOLUBLES GRADOS BRIX	%H_2O
GUAYABA BLANCA	9.5	86.0
GUAYABA ROSADA	9.5	86.0
MANGO	16.4	81.8
PAPAYA	8.1	90.0
PAPAYUELA	3.9	93.0
CURUBA	6.3	92.0
NARANJA	9.0	89.0
TOMATE DE	7.0	89.7
ARBOL	25.2	71.2
BANANO	5.6	93.3
MORA	5.7	92.5
LULO	8.1	90.5
UVA	13.1	83.4
GUANABANA	3.3	94.3
TOMATE	13.5	85.1
PIÑA	5.1	92.3
PIMENTON ROJO	8.4	88.9
ZANAHORIA	3.3	89.7
ESPINACA	2.1	90.0
ACELGA	4.3	92.8
APIO	5.5	90.0
HABICHUELA	13.7	82.4
CEBOLLA		

Fuente: Norma Técnica Colombiana 659.

Lección 22. Edulcorantes, Ácidos y conservantes

1. Edulcorantes

Según la norma técnica colombiana NTC- 285 y la resolución 15789/84 **LOS EDULCORANTES** permitidos en la elaboración de mermeladas son miel de abejas, azúcar o sacarosa, azúcar invertido, dextrosa y glucosa líquida en forma aislada o en mezcla. Para la elaboración de mermeladas dietéticas se emplean compuestos polialcoholes como el sorbitol.

El contenido de azúcar en una mermelada y conservas está expresada en porcentaje de sólidos solubles o grados Brix (º Brix). Esta medida se obtiene directamente del refractómetro a una temperatura del 20ºC y se expresa en porcentaje de sacarosa.

El papel de los edulcorantes contribuye de forma definitiva para que se produzca la gelificación final de la mermelada. Esta gelificación ocurre luego de la cocción y concentración hasta un nivel determinado de grados brix (ver mas adelantes características fisicoquímicas de las mermeladas).

Algunas formulaciones ven conveniente el empleo de más de un edulcorante y en forma de jarabe. Esto con el objetivo de reducir los defectos tecnológicos de la sacarosa por su poca solubilidad y su poliformismo, evitando y controlando el tamaño y la formación de cristales, disminución del poder edulcorante. Cuando no se emplean estas mezclas, resulta conveniente la inversión de la sacarosa. En la tabla 19. Se presenta la elaboración del azúcar invertido.

Por la importancia que presenta los edulcorantes en la formación de la matriz del gel, se presentan algunos aspectos relacionados con la elaboración de mermelada.

- **Sacarosa**

Durante la cocción de la mermelada, la sacarosa en medio ácido sufre un proceso de inversión produciendo una mezcla de partes iguales de glucosa y fructuosa llamados azúcares simples o azúcares reductores. Esta mezcla se conoce con el nombre de azúcar invertido. La velocidad de la reacción y la cantidad de azúcar invertido están influenciadas por tres factores:

- Concentración en hidrógeno (pH en la mezcla).
- Temperatura de cocción
- Tiempo de cocción.

Para obtener una buena inversión, el pH debe estar cercano al tres. Como las frutas varían en su acidez, se puede regular adicionando ácido o sales para formar soluciones tapón.

La temperatura de *cocción,* es la temperatura de ebullición de la mezcla lo que permite alcanzar un 20 a 28% de azúcares reductores, es decir una inversión del 30 al 40% del azúcar total presente en el producto.

El tiempo de cocción a presión atmosférica comprende entre cinco a quince minutos; cuando la cocción se hace por el método al vacío se produce una inversión baja de la sacarosa siendo necesario, en este caso, sustituir parte de la sacarosa por glucosa o jarabe de azúcar invertido en un 5 a 15%. / La concentración de azúcar en las frutas, es indicada en forma aproximada por el

vapor de la concentración de sólidos solubles expresada en grados Brix (ºB).

- **Azúcar Invertido.**

Se obtiene por disolución de la sacarosa en agua y la acción de un ácido. Después de terminado el proceso de inversión se agrega, bicarbonato de Sodio para neutralizarlo. Al utilizar azúcar refinada se obtiene un jarabe del 70% de sólidos solubles y un valor mínimo del 96% de azúcar invertido. Ver tabla No. 23.

- **Glucosa**

Hay dos tipos básicos, .el monohidrato que contiene una molécula de agua con una pureza del 99, 8% y un porcentaje de sólido del 91,5% y la glucosa anhídrica que no contiene agua combinada, tiene una pureza y contenido de sólidos solubles del 99.8%. Es menos dulce que la sacarosa.

- **Jarabe de maíz**

Azúcar bajo forma de jarabe. Se obtiene por hidrólisis ácida, enzimática o combinación de las dos a partir del almidón de maíz hasta una graduación de 80ºB. Estos jarabes son mezclas de glucosa, maltosa y dextrinas. Se utilizan mucho en los países anglosajones porque evitan la cristalización de la sacarosa, tienen menor poder edulcorante, mayor viscosidad, mejoran el color y la apariencia dándole brillo a las mermeladas y acentúan los sabores de las frutas.

- **Miel de abejas**

La miel es el producto dulce, aromático y viscoso elaborado por la abeja, a partir del néctar de las flores por la adición de enzimas; la colocación del néctar en los panales produce inversión del azúcar y concentración por pérdida de agua basta alcanzar un contenido de sólidos del 80 al 86 %. El color y el sabor dependen de la clase de flores de donde se originan.

La composici6n promedio de la miel de abejas es de un 17.2% de agua; 38, 2% de fructuosa; 31, 3 de glucosa; 7, 3 de disacáridos reductores; 1, 3% de sacarosa y un 1, 5% de azúcares superiores.

2. Ácidos

Las frutas contienen ácidos orgánicos naturales (ver tabla 23), muchas de ellas no poseen cantidad suficiente para producir un buen gel y por lo cual es necesario adicionarlos. Según la resolución 15789/84 y la NTYC-285 los ácidos permitidos son: cítrico, tartárico, málico, láctico, fumárico, jugo de limón; entre estos el más utilizado es el cítrico por su agradable sabor. La cantidad a emplear varía entre el

0.1 y el 0.2% del peso total de la mermelada. En los casos de fruta de excesiva acidez se puede utilizar sales tapones como el Citrato de Sodio y el Carbonato de Sodio. Dentro de las formulaciones en Colombia se emplean como acidulantes el ácido cítrico.

La acidez total se determina por volumetría y el valor del pH por métodos clorométricos y potenciométricos.

El papel fundamental de los acidulantes en la formación del gel se tratan más adelante en el balance azúcar-acidez-pectina en la cual se detalla la interacción de los componentes del gel.

TABLA 23. ACIDOS PREDOMINANTES EN ALGUNAS FRUTAS

FRUTAS	ACIDO	FRUTA	ACIDO
ALBARICOQUE	MALICO	CEREZA	MALICO
CIRUELA	MALICO	DURAZNO	MALICO
FRAMBUESA	CITRICO	FRESA	CITRICO
GUAYABA	MALICO	HIGO	TARTARICO
MANGO	MALICO	MANZANA	MALICO
NARANJA	CITRICO	PERA	CITRICO
PIÑA	CITRICO	UVA	TARTARICO
ZARZAMORA	CITRICO		

ACIDO	PESO MOLECULAR	PESO DE 1 MOL ACIDO	No. DE IONES DE HIDROGENO	PESO EQUIVALENTE
Acético	60	60g	1	60g
Cítrico	192	190g	3	64g
Láctico	90	90g	1	90g
Málico	134	134g	2	67g
Tartárico	150	150g	2	75g

3. Conservantes

Se usan en ppm en niveles que no sobrepasen al ácido sórbico y benzoico ó sus sales así según la resolución 15789/84:

Solos……...1000

En mezcla…. 1250

No se recomienda la presencia de anhídrido sulfuroso en el producto terminado.

- **Antioxidantes**

Se emplea la adición de ácido ascórbico.

- **Antiespumantes**

Es común adicionar oleomargarinas, aceite de maíz, de algodón, maní, ajonjolí, mono y diglicéridos, de ácidos grasos, siliconas grado alimenticio (silicona 1520: compuesto de polidimetilsiloxano) en la cantidad requerida para inhibir la cantidad de espuma.

Lección 23. Pectina

Son los ácidos poligalacturónicos coloidales que contienen una proporción variable de grupos metoxilo, solubles en agua caliente. Su principal característica es la de formar geles en presencia de suficientes sólidos solubles, ácidos e iones divalentes. El grado de metilación máximo de una pectina es del 14%; valor que se toma como 100% de metilación.

La calidad de la pectina depende de la cantidad de metoxilo, la mejor es del 100%. Una terminología correcta, exigirá que se llame únicamente pectinas las cadenas poligalacturónicas metiladas al 100% y ácidos pectínicos los que tuviesen una proporción de metilación inferior a este porcentaje, este término designa entonces a los ácidos poligalacturónicos exentos de metoxilo. Sin embargo en la práctica se emplea el término Pectinas para ambos casos, aunque las propiamente dichas solo se logran en el laboratorio.

Según la American Chemical Society, las sustancias pecticas son complejos, derivados coloidales de los hidratos de carbono, que se encuentran en las paredes celulares y los espacios intercelulares de los tejidos vegetales son capaces de retener mucha agua y participar en una transferencia de agua de las plantas. Están asociadas con otros compuestos como celulosa, hemicelulosas y ligninas.

Propiedades de las pectinas[10]

Por ser hidrocoloides, en solución acuosa presentan propiedades espesantes, estabilizantes y sobretodo gelificantes. Son insolubles en alcoholes y disolventes orgánicos corrientes y parcialmente solubles en jarabes ricos en azúcares.

Sus principales propiedades se pueden describir a continuación:

- **Dispersibilidad – Solubilidad**

La disolución en agua de las pectinas en polvo tiene lugar en tres etapas: dispersión, hinchado y disolución.

Para la dispersión del polvo es necesaria una fuerte agitación a fin de separar bien los gránulos de las pectinas e impedir la formación de grumos que serían posteriormente insolubles.

Una vez dispersa, la pectina necesita tiempo mas o menos largo (función de la temperatura, de la concentración, de la dureza del agua, etc.) para hidratarse: es la etapa de hinchado.

Finalmente cuando las moléculas han fijado una cantidad suficiente de agua entre 15 y 25 veces su propio peso según las condiciones de trabajo, se obtiene una solución homogénea.

- **Propiedades de las disoluciones**

A temperatura ambiente y a su propio pH (2.8,3,2) las pectinas son tanto más solubles en agua cuanto mayor es su grado de esterificación. Las disoluciones que se obtienen presentan un carácter aniónico (carga negativa) que puede comportar incompatibilidades en la formulación de algunos productos alimenticios.

La viscosidad de la solución depende de:

- La concentración y la temperatura
- El peso molecular y el grado de esterificación de la pectina
- Presencia de electrolitos en el medio
- La dureza del agua, específicamente en la pectina de bajo metoxilo.

Es importante recordar nuevamente que el grado de esterificación determinará el comportamiento de las pectinas (velocidad, tiempo de gelificación y propiedades organolépticas) junto a los ingredientes necesarios para la gelificación es así que las pectinas con alto metoxilo necesitan para formar geles contar una

[10] Camacho Guillermo. Elaboración de mermeladas .ICTA, UNAL

concentración mínima de sólidos solubles y un valor de pH que oscila entre un rango relativamente estrecho.

El peso molecular de la pectina, que depende directamente de la longitud de la cadena molecular, influirá en la solidez del gel producido, es decir del poder gelificante de la pectina.

Clasificación y caracterización de las pectinas[11] [12]

Para caracterizar y clasificar la pectina, la tecnología aplica términos y expresiones especiales que a continuación se detallan pues por medio de ellos se explica el comportamiento y usos de la pectina, y que son:

1 Grado de metoxilación (DM) o de esterificación.
2 Clase o grado de la pectna
3 Temperatura y tiempo de endurecimiento o gelificación
4 Endurecimiento rápido o lento
5 Presencia o Ausencia de Buffer

Grado de Metoxilación (DM) o grado de Esterificación (DE)

El porcentaje de unidades de ácido galacturónico esterificadas se le conoce como grado de esterificación.

La proporción de metilación se expresa por el contenido en metoxilo - OCH_3, resultante de la determinación analítica, en general las sustancias pecticas que se extraen de diversos vegetales presentan contenidos de metoxilo comprendidos entre el 10 y 12% (mezclas de pectina pura, ácido anhidrogalacturónico y ésteres de ácido galacturónico).

Desde el punto de vista de la tecnología alimentaria la propiedad más importante de las pectinas es su aptitud para formar geles, por lo que concierne a la pectina en sí misma, los caracteres de gel, dependen esencialmente de dos factores: la longitud de la molécula péctica y del grado de metilación.

---

11 Camacho Guillermo. Elaboración de mermeladas .ICTA, UNAL

12 Margy Villalobos C. Jefe de la unidad de desarrollo de productos alimenticios I.I.T.

Para un mismo contenido de pectina, la longitud de la cadena condiciona su rigidez o firmeza: por debajo de cierta longitud, una pectina no produce geles, cualquiera que sea la cantidad.

En cuanto el grado de metilación, contribuye por un lado a regular la velocidad de la gelificación pero debido fundamentalmente a la influencia de enlaces entre moléculas pécticas, también es responsable de algunas propiedades organolépticas de los geles pectina-azúcar-ácido, que forman la pectina de alto contenido metoxilo.

Según el DE las pectinas pueden clasificarse en:

- Pectinas de alto metoxilo (HM)

Una pectina de alto metoxilo se define como aquella con un DE superior al 50%, que gelifica en un medio con un contenido de sólidos solubles superior al 55%, a un pH de 2.0-3.5. Pueden encontrarse en el mercado de tres tipos:

Gelificación de la pectina	Porcentaje esterificación
Lenta	60 - 67
Mediana	68 - 70
Rápida	71 - 76

Estas pectinas de alto metoxilo se caracterizan por un diferente comportamiento respecto a la gelificación, entendiéndose por gelificación el inicio de la formación del gel que aparece cuando una vez completada la cocción, la masa se enfría y alcanza la temperatura crítica de gelificación Esta temperatura es característica de cada pectina.

Las disoluciones de pectina son estables en medio ácido (pH: 2,5 a 4,5) incluso a temperaturas elevada; por el contrario sufren una rápida degradación en medio alcalino.

Estas pectinas encuentran su mayor empleo en la preparación de mermeladas cuando las frutas con las cuales se preparan a nivel industrial poseen un bajo contenido en pectinas.

- Pectinas de bajo metoxilo:

Pobre en grupos metoxi (LM, low methoxyl). Con un DE inferior al 50%. Su gelificación se controla introduciendo iones calcio en el sistema y tiene lugar a pH 2.5-6.5, en un medio con 10-20% de sólidos solubles. Estas pectinas permiten obtener geles adecuados a concentraciones entre 0.5 % y 1.5 %. Esta pectinas sobresalen por formar geles con la sola presencia de iones calcio.

El porcentaje de DE significa que si la cadena de ácido galacturónico tiene por ejemplo 100 grupos carboxilos y solamente 40 están esterificados se dirá que es de bajo metoxilo.

Lección 24. Clase o grado de la pectina (poder gelificante)

El grado de la pectina se define como el número de gramos de azúcar con los cuales un gramo de pectina forma un gel de de firmeza estándar bajo condiciones también controladas de acidez y de sólidos solubles. Los grados SAG de una pectina son el número de gramos de sacarosa que es capaz de gelificar un gramo de la misma para obtener un gel de condiciones estandarizadas (B rix 65º), pH 3 - 3, 5 y de consistencia determinada.

La graduación de una pectina es medida por la consistencia o fuerza del gel obtenido al emplear una formulación determinada. Existen diversos métodos para determinar el grado de la pectina: por ello, al expresar el grado de la pectina es indispensable anotar el método analítico empleado. Entre los varios métodos usados para realizar esta medición, se halla la medida de los grados SAG de donde ha tomado el nombre de método USA -SAG (IFT). Este método esta recomendado por el Comité de Expertos IFT (International Food Technologist) para la normalización de pectinas desde 1.959. Se encuentra publicado en la revista Food Technology, 13, página 496 de 1.959, y su aplicación es común entre todos los fabricantes de pectinas.

El método USA – SAG, en el cual la firmeza del gel se mide en el Ridgelímetro; los gramos de azúcar requeridos para formar el gel se expresan como grados SAG; así, por ejemplo, 150 x SAG significa que la pectina es de 150 grados SAG; cuando se trata de la producción de mermelada, un gramo de ella trabaja sobre 150 gramos de azúcar para formar el gel, a las condiciones de pH = 3.0 y a un contenido de sólidos solubles finales de 65º Brix.

Es indispensable entonces que el industrial conozca y este seguro con que grado compra la pectina y en que producto la va a usar; la más corriente en el mercado es de 150 x SAG pero se pueden conseguir de otras graduaciones.

Temperatura y tiempo de endurecimiento o gelificación [13]

La primera se define como la temperatura a la cual la solidificación de la pectina ocurre; y el segundo, como el tiempo transcurrido entre el momento en que se envasa una gel caliente y el momento en el que se adquiere firmeza, son fijados previamente como valores estándar. En otras palabras, la temperatura y el tiempo de solidificación no tienen relación alguna ni se deben confundir con el tiempo y la temperatura a los cuales se forma el gel, de una mermelada o conserva de fruta preparada en la industria.

Endurecimiento o Solidificación Rápida o Lenta (Velocidad de Formación de Gel) [14]

La pectina con un grado de metoxilación alto, forma el gel a alta temperatura y en corto tiempo; por ello, se conoce como pectina “rápida”.

La industria, a través de hidrólisis controladas procesa, además, pectina media rápida, pectina lenta y aun extralenta.

Como sus nombres lo indican el uso de estas pectinas con diferentes velocidades de formación de gel son versátiles en la formulación de diferentes conservas como se verá más adelante. Mientras que las pectinas lentas tienen un DM de 0.6, aproximadamente o un poco mayor, y se usan con una gran variedad de productos, las pectinas hidrolizadas, con DM entre 0.45 y 0.55, tienen pocas aplicaciones comerciales.

Presencia o Ausencia de Buffer

El citrato de sodio, el citrato de potasio y varios fosfatos y pirofosfatos de sodio se usan mezclados con la pectina con el objeto de estabilizar el pH del medio en el cual ésta va a actuar (acidulantes).

[13] Margy Villalobos C. Jefe de la unidad de desarrollo de productos alimenticios I.I.T.

Así, por ejemplo, en la producción de jaleas y espejuelos (con pH entre 3.3 y 3.8) se recomienda la presencia de buffer en la pectina por cuanto asegura que el lote en proceso no se comienza a endurecer hasta cuando el pH se baja suficientemente al incorporar la porción final de ácido.

Por otra parte, los fosfatos y pirofosfatos actúan como agentes secuestrantes de pequeñas cantidades de calcio y magnesio, especialmente en lugares donde el agua es dura, por cuanto estos iones alteran las propiedades de gelificación de la pectina.

Algunos fabricantes prefieren usar la pectina sola y dosificar las sales buffer por si mismas con lo cual le imparten mucha flexibilidad a su producción de conservas de frutas, pero con las desventajas de tener que mantener en almacenamiento los buffers, que se emplean generalmente en muy poca cantidad y de exponerse a que se cometan errores en la pesada de estos productos cada vez que reprocesa el lote del producto.

Gelificación con pectinas de alto y bajo metoxilo.

- El proceso de gelificación con pectinas de alto metoxilo requiere la presencia de cuatro ingredientes;

- pectina - agua

- azúcar - acido

Cuando la pectina entra en solución acuosa, sus grupos carboxilo se disocian parcialmente para formar iones carboxilo con carga negativa (R-COO -) provocando así el aumento de la carga negativa de las moléculas y la recíproca repulsión entre ellas. Todo esto favorece la disociación de la pectina.

La adición de azúcar y de ácido modifica completamente este cuadro. El azúcar desarrolla una acción deshidratante sobre la pectina y la lleva al limite de la solubilidad; el ácido, liberando iones hidrogeno positivos, neutraliza la acción de los iones carboxilos negativos, reduce al mínimo el aumento de la carga eléctrica y la disociación de la pectina, y favorece las uniones físicas de sus moléculas.

De la acción mutua entre el azúcar y del ácido sobre la pectina en solución, a temperatura suficiente para facilitar la solubilización y las uniones físicas de los componentes, nace la típica estructura reticular que, enfriándose se solidifica en forma de gel.

La elección de la pectina a emplear, depende de las características del producto que se desea obtener y del proceso de elaboración seguido.

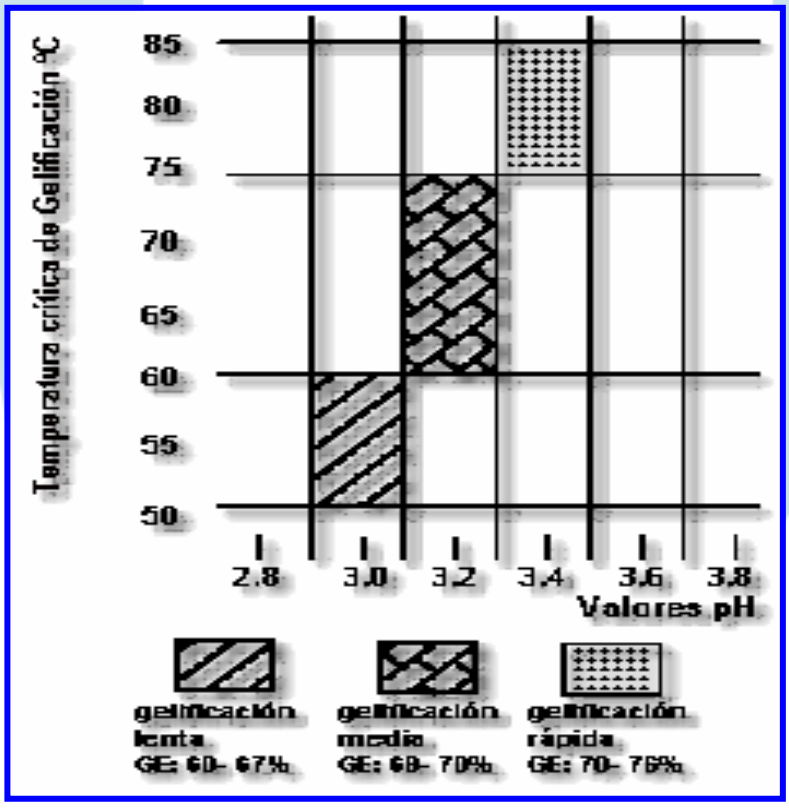
El uso de los diferentes tipos de pectinas está recomendado de la siguiente forma:

- *pectinas de gelificación a velocidad media y rápida* son usadas para la fabricación de mermeladas destinadas a ser empacadas en recipientes pequeños (máximo 1 Kg.), ya que la rapidez de gelificación evita que la fruta en trozos flote durante la fase de enfriamiento. Estas pectinas son también empleadas para aquellos productos que requieren un valor relativamente alto de pH (pH=3,0-3,5 para 65% de sólidos solubles).
- *pectina de gelificación lenta* Es usada para mermeladas y geles en general, y para productos que deben ser empacados en recipientes de grandes dimensiones (en este caso es indispensable enfriar la masa a 70-75 oC antes del llenado).

También ha tenido éxito, en el caso de mermeladas, una mezcla de pectinas de rápido y lento grado de gelificación para provocar un gel que bloquee a altas temperaturas las partículas de fruta suspendidas y además para permitir la gelificación final a más baja temperatura.

La figura 18 . presenta los intervalos de temperatura y pH a los cuales gelifican las pectinas de alto metoxilo pero de diferente velocidad de gelificación.

Fig. 18: Intervalos de temperatura y pH a los que gelifican pectinas de alto metoxilo.



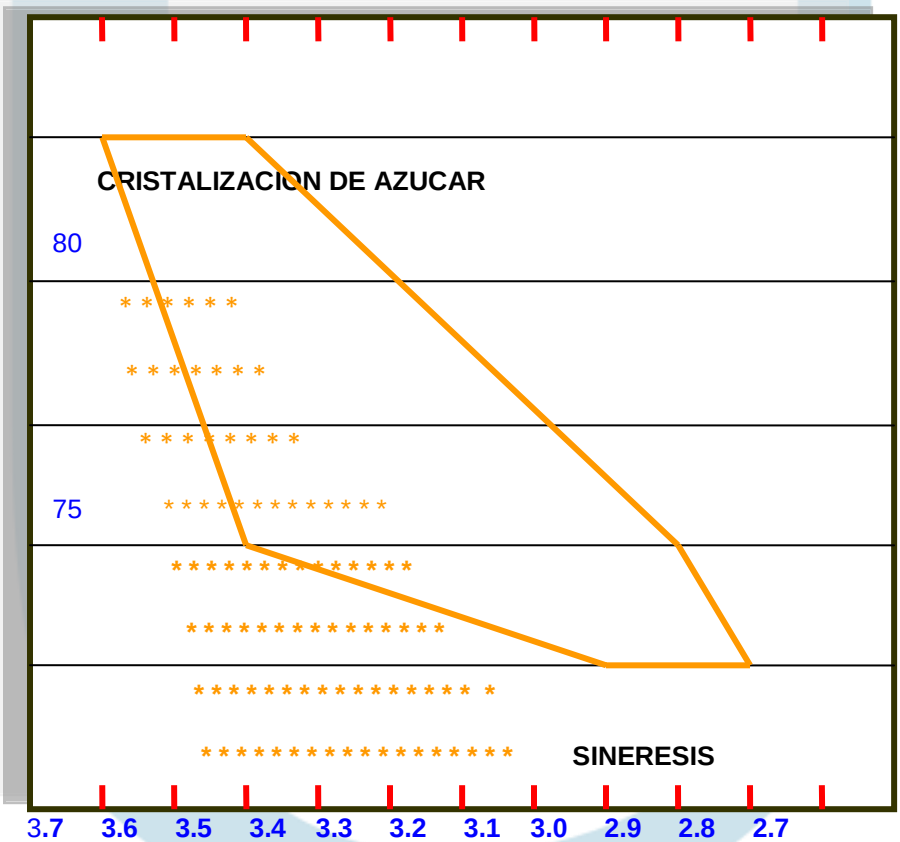
La dosificación de la pectina es fácilmente calculable, en forma teórica, conociendo su graduación o grados SAG (que se detalla más adelante) y el contenido de azúcar de la masa a gelificar: la relación entre el peso total de los azúcares y la graduación de la pectina permite obtener la cantidad de pectina necesaria para la gelificación.

En la práctica esta dosificación, válida para un jarabe con 65 ºBx y para un determinado pH, cambia con la variación de su pH y el valor de los sólidos solubles.

A una mayor cantidad de azúcar presente corresponde una menor cantidad de líquidos, o sea una menor densidad de la estructura para retenerla (y por lo tanto menos pectina), y viceversa, una menor concentración de azúcar requiere una estructura reticular mas densa (o sea mas pectina) para retener la mayor cantidad de líquidos presentes.

En la figura 19 se puede observar el comportamiento del pH óptimo de gelificación respecto a la concentración de azúcar

Figura 19. Zona de óptima gelificacion para pectina de altometoxilo



En la práctica industrial otros factores intervienen para modificar las dosis teóricas de pectina; estos son debidos a la fruta, por el aporte de poder gelificante de las sustancias pécticas naturales; por la presencia de sales solubles y de fibras insolubles , que contribuyen a la consistencia del producto final.

En la figura 19 se observa el área interna del polígono, en la que se dan condiciones de concentración de materia seca o sólidos de la mermelada y de pH en las que es más probable la gelificación. Por ejemplo a 65 Bx la gelificación puede ocurrir si la mezcla de ingredientes fluctúa entre pH 2,9 a 3,5. Esta amplitud de pH se restringe de manera significativa si los Brix bajan alrededor de 60% o suben al 80%.

Si un producto de 68 Bx tiene pH inferior a 3,0 o superior a 3,6 posiblemente presentará sinéresis en el primer caso o gelificación defectuosa en el segundo. Si los Brix son inferiores a 60% no habrá gelificación y superiores a 80% seguramente se presentará cristalización del azúcar presente en mayor concentración.de jugos se obtiene efectuando una pequeña prueba, partiendo de la dosis teórica y modificándola con base en los resultados obtenidos. Ahora, la dosis óptima valdrá para toda la partida.

Un último factor, ajeno a la naturaleza de los componentes del producto y que influye sobre la dosificación de la pectina es el tamaño de los recipientes de empaque. Los frascos de grandes dimensiones requieren una mayor consistencia del producto que los recipientes pequeños, y las dosis de pectina varían en consecuencia. Así por ejemplo, recipientes de 1 kg. necesitarían aumentar en un 2% la cantidad de pectina prevista. Uno de 10 kg. se aumentará en un 20%.

En el proceso de gelificación, la formación de la estructura reticular del gel tiene lugar durante la fase de enfriamiento que sigue a la cocción de la mezcla de los varios ingredientes, y más precisamente comienza cuando viene alcanzada la temperatura critica de gelificación de la pectina empleada. En la práctica los valores teóricos de esta temperatura son superados por unos pocos grados de presencia de sales naturales de las frutas.

Respecto a la temperatura a la que se produce la gelificación es mayor si se aumenta cualquiera de los siguientes factores: acidez, Brix, cantidad de glucosa o pectina y más, si esta es de alto metoxilo y de gelificación rápida (ver gráfica 2). Por otra parte la solubilidad de la pectina se ve disminuida si posee alto grado de

esterificación o ésta se encuentra en estado do ionizado; también si el pH de la mezcla es bajo o por la presencia de sales buffer como las del calcio.

El tiempo que transcurre antes de producirse la gelificación disminuye al aumentar la acidez, los Brix totales y por el uso de pectinas de alto metoxilo.

La cocción prolongada provoca además de un exceso de inversión y caramelización de la sacarosa, un inconveniente más grave sobre la pectina, y es su degradación y daño irreparable. Mantener la masa a temperaturas superiores a los 100 oC afecta rápidamente las cualidades gelificantes de la pectina al producir su hidrólisis.

Es por esto muy importante, para utilizar todo el poder gelificante de la pectina, reducir al mínimo el tiempo durante el cual la pectina participa en la cocción y acelerar el enfriamiento del producto terminado.

- ***Gelificación con Pectinas de bajo metoxilo***

Al contrario de las pectinas de alto metoxilo las pectinas de bajo metoxilo (LM) forman geles termorreversibles por interacción con el calcio presente en el medio; el pH y la concentración de sólidos son factores secundarios que influyen en la velocidad y la temperatura de gelificación y además en la textura final del gel.

En efecto estas pectinas tienen la propiedad de formar gel cuyo soporte esta constituido por una estructura reticular de pectinatos de calcio, mientras su contenido de sólidos solubles puede bajar hasta 2%, y el valor de pH acercarse a la neutralidad. Para la gelificación, por esto, la sola presencia de la pectina y de las sales de calcio es necesaria y suficiente.

El comportamiento de las pectinas de bajo metoxilo está, como para las otras pectinas, influenciado por varios factores, entre los cuales el azúcar y el ácido que, si bien no son necesarios, condicionan las dosis de los componentes para la óptima gelificación.

Entre estos factores están:

- El grado de esterificación de la pectina,
- El peso molecular de la pectina,
- Los º Bx del producto,
- El valor del pH del producto,
- La cantidad de sales de calcio presente en los componentes.

Las pectinas que se pudieran conseguir en el mercado (internacional) varían en su grado de esterificación y en algunos casos ya llevan incorporadas cantidades de sales de calcio para ser utilizadas con valores de pH y sólidos solubles precisos. La extensión del campo de empleo, desde pH=2,5a 6,5 y Bx=0-80%, permite obtener una amplísima gama de productos interesantes para la industria de alimentos, de dulces, cosmética, farmacéutica, etc.

La dosis de pectina, que generalmente se determina por pruebas con pequeñas cantidades de materias primas disponibles, está normalmente comprendida entre 0,3 y 2% del peso final del producto. Las modalidades de empleo práctico no difieren de las empleadas con pectinas de alto metoxilo, y como para estas, hay que tener un máximo cuidado en su perfecta disolución para la completa utilización del poder gelificante.

Estas pectinas también tienen un amplio rango de temperaturas para la gelificación el cual oscila entre 38 y 100 ºC.

En síntesis general tanto las pectinas de alto metoxilo, como las de bajo metoxilo forman geles en presencia de azúcar, a contenidos de sólidos solubles altos (mayores de 55%). Si se formulan en condiciones correctas. Pero las pectinas de bajo metoxilo son las únicas que forman geles a bajas concentraciones de sólidos y lo hacen solamente en presencia de ciertos cationes, como el calcio, que es el más usual; el azúcar no es esencial con estas últimas, lo cual las hace útiles en la preparación, por ejemplo, de salsas. Las pectinas presentes en la mayoría de las frutas, generalmente corresponden al tipo de alto metoxilo.

Las de bajo metoxilo se preparan a partir de las de alto metoxilo, mediante hidrólisis ácidas, alcalinas o por tratamiento con enzimas. Es el caso de las pectinas amídicas, producidas al tratar pectina con amoniaco que se comercializan como pectinas de bajos metoxilo.

Lección 25. Interacción entre los componentes del gel

1. Formación del gel de pectina: Un gel de pectina está constituido por agua retenida en una red tridimensional de moléculas de pectina. La pectina esta dispersa en agua y forma un sol (sólido disperso en una fase continua líquida), pero en condiciones optimas vuelve un gel (líquido disperso en una fase continua sólida). Para formar el gel se debe tener en cuenta el equilibrio entre pectina, azúcar y ácido.

Para formar gel, se debe reducir las fuerzas que mantienen las moléculas de pectina separadas para que estas se puedan unir entre sí, atrapando agua dentro de la red tridimensional, esto se logra por la adición de azúcar y ácido.

El papel que juega el azúcar en este proceso es competir con el agua y que esté menos disponible para asociarse con las moléculas de pectina. Así se reduce las fuerzas atractivas entre la pectina y las moléculas de agua.

La adición de iones de hidrógeno disminuye la ionización de la pectina, reduce la carga de las moléculas de pectina aumentando la atracción pectina.

La pectina interactúa en las zonas de unión formando una red tridimensional, convirtiendo la pectina en fase continua.

La formación del gel puede tener lugar con proporciones variables de los componentes, que deben alcanzar en cada caso, un exacto equilibrio para obtener el óptimo de gelificación. Este equilibrio en la práctica industrial, además de la relación en peso entre los componentes, esta influenciado también por la presencia de ciertas sales, sean estas naturalmente contenidas en la fruta o adicionadas.

El campo de gelificación de la pectina de alto metoxilo esta comprendido entre los valores 60 y 80% de los sólidos solubles.

Durante la cocción una parte de la sacarosa se INVIERTE transformándose en glucosa y fructuosa. Esta inversión producida por una hidrólisis , es necesaria para prevenir la cristalización de la sacarosa, y esto porque el punto de saturación de un jarabe de sacarosa y azúcar invertido es superior al de un jarabe de solo sacarosa. La inversión del 30-40% de sacarosa es considerada satisfactoria para un producto con el 65% de sólidos solubles.

La cocción prolongada de la masa de ingredientes puede causar dos graves inconvenientes: Exceso de inversión, con la respectiva cristalización de la glucosa, y la caramelización de los azúcares, con el oscurecimiento del producto y la apreciable pérdida de aromas.

La cocción por esto debe ser mantenida entre los límites de tiempo que impidan la modificación de los azúcares que dañarían irreparablemente el producto final.

3. **Balance Azúcar-Acidez-Pectina:** El éxito en la elaboración de espejuelos, mermeladas, jaleas, depende de la clara comprensión de la relación de o equilibrio de estos tres factores, derivados de la proporción en que se emplean los ingredientes que lleva la fórmula.

Es necesario aclarar aquí los parámetros que caracterizan las conservas de frutas.

Azúcar: La primera regla que se debe tener en cuenta, en el caso de pectinas de alto metoxilo, es que la gelificación ocurre cuando los sólidos solubles del producto varían entre 60 y 80% (60 – 80ºBrix).

Se debe recordar que la sacarosa tiene un límite en su solubilidad en agua que es del 65% a 10ºC y 67% a temperatura ambiente; por encima de estos valores se inicia su cristalización al mismo nivel.

El ácido: La solubilidad de la sacarosa se puede incrementar por inversión parcial del azúcar (Desdoblamiento de la sacarosa en glucosa y fructosa) acción ejercida por los ácidos.

En la elaboración de jaleas, mermeladas y espejuelos, la acidez natural de la fruta hace que durante la cocción, una parte de la sacarosa se transforme en glucosa y fructosa (azúcares invertidos) cuyas solubilidades (a 27ºC) son mayores que la de la sacarosa, con la cual, en partes, se previene la cristalización de está última. Sin embargo a temperaturas bajas (< 10ºC) el comportamiento de la solubilidad de estos azúcares es inverso, siendo más soluble la sacarosa.

Así, pues, a temperaturas inferiores y superiores a 27ºC las mezclas de sacarosa y azúcar invertido, en proporciones correctas, tendrán una solubilidad total mayor que las solubilidades propias de cada uno de los componentes.

Para mantener las proporciones correctas y asegurar la no cristalización de las conservas es entonces necesario controlar el grado de inversión dentro de límites bien definidos los cuales dependen en primer lugar no solo del contenido final de sólidos solubles del producto sino también de la temperatura a la cual se van a almacenar.

La tabla No. 24. Muestra los límites permisibles para el contenido total de sólidos solubles para una temperatura de almacenamiento no inferior a 10ºC.

En las jaleas, y espejuelos con mayores contenidos de sólidos solubles que las mermeladas, la proporción de azúcar invertido y en especial de glucosa debe ser mayor (Véase tabla No.24) Debe mencionarse, además que han sido relativamente bajos los valores de azúcares invertidos en el bocadillo de guayaba de producción nacional, obtenidos en múltiples análisis efectuados en el Instituto; cuando el valor es bajo entre 22 y 24% el bocadillo se endurece o forma costra por la cristalización de la sacarosa.

TABLA No. 24 Proporción de azucares invertidos en mermeladas de frutas, según su contenido de sólidos solubles

Contenido de Sólidos Solubles (%)	(%) Azúcar Invertido en el Producto Final
65	3 – 43
68	11 – 38
70	20 – 36
72	28 – 34

En conclusión, si la concentración de sólidos solubles del producto final por preparar es muy alta mayor que 72ºBrix, se hace necesario efectuar una de las dos prácticas siguientes para evitar la cristalización de la sacarosa:

Adicionar glucosa (jarabes de glucosa).

Adicionar ácido para inducir una mayor inversión de la sacarosa.

Esto es aplicable también a los geles que se prepara sin incluir fruta alguna en su formulación.

Por otra parte la acidez del producto final es importante para que el gel posea la consistencia apropiada.

Con pectina de alto metoxilo el rango de pH para obtener un buen gel en mermeladas está entre 2.9 y 3.6; a valores mayores de 3.6 se puede formar parcialmente el gel pero desperdiciando mucha pectina, mientras que por debajo de 2.9 se presenta el fenómeno conocido como “sinéresis”, por el cual se rompe el gel y una fase acuosa se prepara del mismo; en las mermeladas esto se conoce también como el “llanto de la mermelada”.

La tabla No. 24 presenta valores de los sólidos solubles y el pH necesario para alcanzar un gel de buenas características.

La pectina: Ante todo se debe seleccionar el tipo de pectina más conveniente para usar. Así, una pectina de alto metoxilo (150 x SAG) trabaja bien a concentraciones de sólidos entre 60 y 80%. Las de tipo rápido, medio-rápido y lento se comportan adecuadamente en conservas con sólidos solubles menores que 72% y pH entre 2.6 y 3.2, aunque si se emplea la lenta se prefiere mantener el

pH en el valor más ácido de cada rango mostrado en la tabla No.25 Para contenidos de sólidos solubles de 72% o mayores siempre se debe aplicar pectina lenta.

TABLA No. 25. Relaciones convenientes de sólidos solubles y el ph en geles (7) (El pH se Obtiene una solución Acuosa de la Conserva, al 50%)

Sólidos Solubles	pH
55 – 60	2.6 – 2.8
60 – 64	2.8 – 3.0
64 – 68	2.9 – 3.1
68 – 72	3.0 – 3.3
72 – 75	3.1 – 3.4
75 - 85	3.2 – 3.5

A continuación se calcula la cantidad de pectina para cada tipo particular de conserva, para lo cual se precisa tener en cuenta la clase de fruta (véase tabla No. 15), la proporción de ésta y del azúcar en la formulación y la consistencia final de la conserva.

Un método rápido para calcular la cantidad de pectina se ilustra con el siguiente ejemplo, para preparar 100 Kg de conserva de 65ºBrix a partir de 60 Kg de frutas (con 0.4% de pectina) y 60 Kg de azúcar:

Pectina aportada por la fruta fresca: 0.4% en promedio

Pectina aportada por la fruta:

$$60 \text{ X } 0.4 = 0.240 \text{ /100Kg o sea 240 g.}$$

La pectina de las frutas por lo general es de 150 x SAG.

Pérdida de pectina durante la cocción: En promedio el 40% de la pectina de la fruta se degrada durante la cocción, con lo cual de los 240g de pectina sólo restan 144 g que se combinarán con 21.6 Kg de azúcar (144 X150= 21600 g).

Pectina adicional:

De los 60 Kg de azúcar, 21.6 Kg se gelifican con la pectina de la fruta, por tanto quedan 38.4 Kg de azúcar a los cuales hay que añadirles:

$$\frac{1000}{150} \times 38.4 = 256 \text{ g de pectina de 150 X SAG para lograr el gel.}$$

CAPITULO 6. Elaboración de mermelada, bocadillo y frutas en conserva

Actividad inicial

De acuerdo a la experiencia y/o conocimientos, el estudiantes realiza una definición de gel.

Contestar:

- Cuál es la diferencia entre una mermelada, bocadillo y fruta en almíbar.
- Explique un defecto que conozca de las mermeladas.

Lección 26. Mermeladas

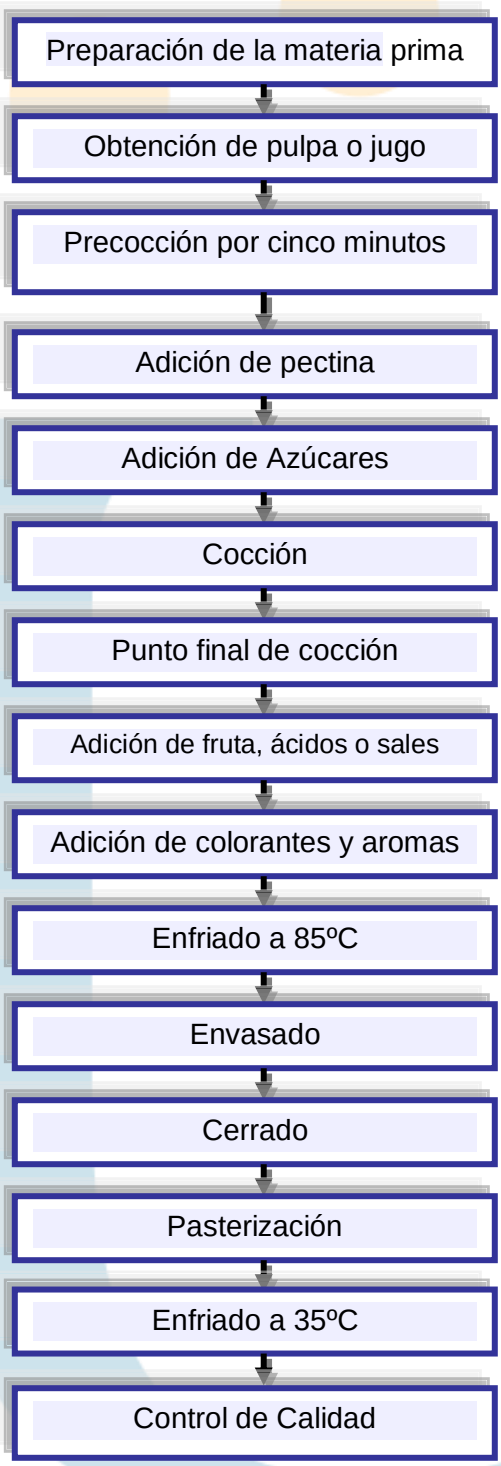
De acuerdo a la normatividad colombiana, en la NTC- 285 y la resolución 14712/84, se define como el producto pastoso obtenido por la cocción y concentración de una o de más frutas, adecuadamente preparada con edulcorantes naturales con la adición ó no de agua y de aditivos permitidos.

Jaleas

La definición para éste producto en la resolución 14712/84, es el producto de consistencia gelatinosa y aspecto traslucido obtenido por la cocción y concentración del jugo clarificado, de una ó mas frutas, adecuadamente preparada con edulcorantes naturales con la adición ó no de agua y aditivos permitidos.

Decídase:
Realice su definición de gel y mermeladas, comparta esta definición con sus compañeros de grupo colaborativo y tutor.

Diagrama de flujo para la elaboración de mermelada.



- **Obtención de la pulpa o jugo:**

Luego de las operaciones preliminares, la fruta se pasa por unas despulpadoras para la producción de puré; éste puede ser empleado directamente para la preparación de la mermelada o ser conservado para la utilización posteriormente, en este caso es necesario evitar la degradación enzimática de las pectinas por medio de un tratamiento térmico (Escaldado).

Cuando se desea obtener un jugo claro para la obtención de jaleas, es indispensable eliminar la pectina, porque su presencia en la solución dificulta las operaciones de decantación y filtrado; en este caso se utilizan enzimas pectinoliticas comerciales como el pectanol y es necesario adicionar pectina comercial para la fabricación de la jalea.

Durante estos procesos debe verificarse los siguientes; controles: La concentración de sólidos solubles y el pH.

La concentración de sólidos solubles de las pulpas y jugos de las frutas se expresa en grados Brix. Un grado Brix es la densidad que tiene a 20ºC una solución sacarosa al 1% y a esta densidad le corresponde un determinado índice de refracción; en la escala refractométrica los grados Brix se relacionan con los índices de refracción de varias soluciones de 1, 2, 3, etc gramos de sacarosa por 100 mililitros de solución, (% P *IV.).* Como los sólidos solubles de las fruta no son sólo sacarosa, sino que hay otros azúcares, ácidos o sales, un grado Brix no equivale exactamente a una concentración de sólidos solubles de un gramo/100ml. Por lo tanto los grados Brix son un índice aproximado de esta concentración, que se acepta en la industria como si todos los sólidos solubles fueran sacarosa.

El pH es un factor determinante en la elaboración de mermeladas que utilizan pectina de alto metoxilo. Su determinación se hace por medio de pentenciómetro; si el vapor encontrado es superior a 3,3 debe ajustarse por medio de la adición de ácidos, si esta por debajo de este valor se deberá regular utilizando sales que permitan la formación de soluciones tampón.

Se puede utilizar fruta:

Fresca: Se emplea fruta fresca entera o fruta rechazada por tamaño de las líneas de conserva y la no apta para con sumo en fresco por golpes y magulladuras, previa una selección y eliminación de las partes defectuosas. La fruta se lava, se elimina los pedúnculos, la corteza y las semillas y se procede a un cortado o a un

despulpado.

Fruta Preservada: Es necesario realizar primero una desulfitación. Para ello se hierven con un 20% de agua y se calientan durante 5 a 10 minutos hasta la eliminación del anhídrido sulfuroso no menor del 90%.

Fruta Enlatada: Se emplea fruta envasada en hojalata a la cual se le retira el líquido de llenado, antes de proceder a su utilización.

Fruta Congelada: La fruta congelada puede descongelarse en la marmita de fabricación, sin embargo se prefiere retirar la fruta del congelador, el día anterior a la fabricación para dejarla descongelar durante la noche.

Cuando la fruta exuda demasiado jugo, se puede separar de la pulpa y disolver el azúcar en él y adicionar o incorporar nuevamente. Cuando se congelan las frutas con azúcar es necesario tener en cuenta que se han aumentado los sólidos solubles naturales de la fruta.

Fruta Deshidratada: Se adiciona agua a la fruta para rehidratarla, aunque la mermelada con este tipo de fruta no posee las mejores características sensoriales

- **Precocción y adición de pectina**

La pulpa o la fruta se clienta rápidamente con un mínimo de agua y por un tiempo de cinco minutos con el propósito de ablandar y liberar la protopectina de su unión con la celulosa, esta operación se realiza en un tiempo de cinco minutos, puede omitirse cuando se emplea con frutas tratadas térmicamente (escaldada, enlatada) o cuando se utilizan jugos de frutas es necesario realizar la prueba de pectina a la fruta y calcular el contenido por kilogramo de ésta.

La adición de pectina se puede hacer en polvo o en solución. En la elaboración de mermeladas y jaleas a presión atmosférica la adición de pectina se puede realizar de las dos maneras. Cuando se realiza al vacío, solo puede agregarse en solución.

a. Pectina en polvo:

La mejor manera de adicionarla es mezclándola con cinco a diez veces su peso de azúcar por su tendencia a formar grumos cuando se agrega la fruta; además se debe añadir cuando la concentración de azúcar no sea mayor del 25% porque su

solubilidad decrece al aumentar la concentración de azúcar. Es un método sencillo, con la desventaja que puede quedar pectina sin disolver si la agitación no se realiza correctamente; además como se adiciona al inicio de la cocción, puede sufrir degradaciones debido a la alta temperatura.

b. Pectina en solución

La solución se prepara al 10% mezclando diez partes de pectina en polvo con veinte partes de azúcar en recipiente seco y agregando a esta mezcla setenta partes de agua hirviendo con agitación constante. La agitación debe mantenerse hasta que la pectina se disuelva completamente. Las soluciones de pectina deben prepararse en el momento de su utilización porque no son estables, sufren degradaciones por acción de las enzimas pécticas y las fermentaciones.

La pectina en solución tiene como ventaja su solubilidad completa y su adición puede efectuarse en cualquier fase de la cocción, particularmente al final para evitar su degradación; es muy utilizada en el sistema de elaboración al vació en donde la temperatura de *cocción* no es lo suficientemente alta para disolver la pectina en polvo.

- **Adición de azúcares:**

Se puede hacer en forma sólida o en forma de jarabe. Al agregarse en forma sólida debe agitarse hasta su completa disolución, para evitar la caramelización de los azúcares que afectan las características sensoriales del producto como color, olor y sabor. Se debe hacer lentamente para favorecer la agitación y evitar la aglomeración del azúcar en las palas del agitador. El azúcar líquido puede ser jarabe de sacarosa al *10%,* jarabe de maíz y jarabe de azúcar invertido. El jarabe de sacarosa solamente se utiliza para elaboraciones a presión atmosférica normal para que la temperatura y el tiempo de cocción sean suficientes para garantizar una inversión parcial al 40%. Los jarabes de maíz y el invertido se emplean en las mermeladas o jaleas al vacío.

Para la preparación de jaleas transparentes es muy importante agregar el jarabe filtrado para eliminar con esta operación las impurezas que posee el azúcar en polvo.

- **Cocción.**

Es la etapa primordial en la elaboración de mermeladas y jaleas puede efectuarse por dos métodos a presión atmosférica o al vacío.

a. Presión Atmosférica:

Esta operación produce los siguientes resultados:

- Ablandamiento de los tejidos de la fruta y absorción del azúcar.
- Mezcla homogénea de los componentes.
- Inversión parcial de la sacarosa
- Eliminación de los residuos de anhidro sulfuroso.
- Evaporación del agua hasta la concentración deseada.

En la elaboración de las mermeladas se calcula una concentración inicial de sólidos solubles cercana al punto final; para que el tiempo de cocción dure aproximadamente de siete a ocho minutos con un máximo de diez minutos.

Los factores que afectan el tiempo de cocción son:

- Relación entre el volumen de la marmita y su superficie de calefacción.
- Conductividad térmica de la marmita y el producto.
- Temperatura del área de calefacción.
- Diferencia de sólidos solubles entre el inicio y el final de la cocción.

Diferencia de sólidos solubles entre el inicio y el final de la cocción:

Para que la diferencia entre los Brix al principio y al final de la cocción sea mínima; el cálculo de los sólidos solubles de los ingredientes de la formulación debe estar cercano a 60ºB, para que calentando rápidamente se alcance la concentración final de 65 ºB.

Manteniendo constantes los factores anteriores el tiempo de cocción aumentaría dependiendo de la relación volumen/superficie de calefacción de la marmita. Se deben emplear marmitas pequeñas cuando no se utilice el método de cocción al vacío.

Los tiempos de cocción prolongados producen:

a) Caramelización de los azúcares.

b) Pardeamiento del producto.

c) Excesiva inversión de la sacarosa.

d) Pérdida de aromas.

e) Degradación de las pectinas.

f) Gasto inútil de tiempo y energía.

Los tiempos de cocción cortos producen:

a) Escasa inversión de la sacarosa.

b) Falta de homogenización.

c) Formación incompleta de gel

d) Disminución de la concentración final de sólidos solubles.

- **Determinación del punto final de cocción:**

La cocción ha finalizado cuando el producto alcanza la concentración de sólidos solubles fijada. Existen va ríos métodos para determinar el punto final de cocción:

- Método casero
- Método refractométrico
- Método de elevación del punto de ebullición.

a) Método casero:

Al acercarse el punto óptimo de concentración de los sólidos solubles, la mezcla comienza a presentar una tendencia a expresarse; lo que se observa si con un cucharón se agita en forma diagonal y no se aparta en forma regular sino que esta se fragmenta en dos porciones separadas que dejan brevemente un espacio seco. El espesamiento también puede observarse sumergiendo una cuchara de madera en la mermelada, retirándola y girándola horizontalmente hasta que la mermelada adherida se enfríe ligeramente; luego se deja gotear por el borde y si la ebullición

ha sido suficiente para que la mermelada alcance los sólidos solubles y gelifique parcialmente en la cuchara, las gotas fluirán lentamente aglutinándose en forma de copos. También se puede tomar con una cucharilla, una porción de mermelada y verterla sobre una lámina, la superficie deberá melificar y se desprende al empujarse con el dedo.

b) Método Refractométrico:

La medición de la concentración de azúcar se efectúa mediante lectura del índice de refracción en un refractómetro manual o digital. Algunos instrumentos, poseen la escala Brix complementaria a la refractométrica. En caso contrario es necesario utilizar una tabla del índice de refracción versus grados Brix. Como los instrumentos están graduados para efectuar las lecturas a 20ºC o a 25ºC es necesario controlar la temperatura de la muestra por medio de un termómetro.

La manera correcta de tomar la muestra es introduciéndole en un tubo de ensayo taparlo y sumergirlo en agua fría. Una vez frío, se mezcla la mermelada con el vapor condensado y se procede a hacer la lectura.

La medición puede ser inexacta, cuando la muestra no es representativa, por ejemplo con piezas grandes de fruta, se pueden ocasionar errores en la determinación.

c. Método de Elevación del punto de ebullición

Se ha observado que existe una relación entre el aumento del contenido de sólidos solubles y el incremento de la temperatura de ebullición por encima del agua pura. Por esta razón se puede utilizar un termómetro para que, de acuerdo con la temperatura de la mezcla, se relacione la concentración de sólidos solubles en grados Brix y de esta manera determinar el punto final de cocción utilizando la

siguiente tabla:

Tabla No. 26 Punto de elevación de mermeladas o jarabes por encima del agua pura.

BRIX refractométrico	ºC DE MÁS
60	3.95
65	5.10
68	5.94
70	6.62
72	7.39
74	8.23
75	8.72
77	9.76
80	11.80

- **Adición de trozos de fruta, ácido, colorantes y aromas.**

La fruta se adiciona a un jarabe caliente del 70%. En el momento de agregarlas a la mermelada se elimina la mayoría del jarabe y luego se adicionan a la mezcla. En el caso de cortezas cítricas, que caracterizan a la mermelada estas se cortan en tiritas delgadas y se hierven tres veces en agua para ablandarlas y retirar los aceites esenciales. Las tiras se colocan en un jarabe caliente del 70% y se almacenan con el fin de permitir la penetración del azúcar en la cáscara. Para adicionarlas a la mermelada se elimina el jarabe.

Adición de ácidos o sales: Alcanzado el punto final, se adiciona el ácido o las sales necesarias para el ajuste adecuado del pH óptimo para la gelificación. Estas sustancias se agregan en una solución al 50% mezclando homogéneamente. Para determinar la cantidad de ácido o sal necesaria se toman 100 gr de la mezcla y se ajusta su pH por adición de una cantidad exactamente medida d la solución, por medio de una bureta graduada; luego se calcula la cantidad de ácidos o sales para el peso total de la mezcla.

Adición de colorantes y aromas: Solo puede realizar cuando la legislación lo aprueba, en Colombia la norma 285 no permite la adición de colorantes y aromatizantes, se exceptúan las de fresas y guayaba por que su color se altera durante el almacenamiento.

- **Otros procesos.**

Enfriado a 85ºC

Antes de proceder al envasado, la mezcla debe enfriar se hasta una temperatura de 85ºC. Este enfriamiento permite que el producto adquiera la consistencia necesaria para que las frutas, trozos o cortezas queden repartidas en la masa y no suban a la superficie; además se evita la degradación de la pectina ocasionada por temperaturas elevadas.

Envasado

De acuerdo al tamaño del recipiente, el envasado puede hacerse en recipientes pequeños o en recipientes grandes. En los primeros, la temperatura de llenado es superior a los 850C por que no presentan zonas de enfriamiento parcial como sucede en los segundos.

Cuando se utilizan envases grandes, el llenado debe realizarse a baja temperatura, por lo cual la pectina empleada debe ser de gelificación lenta con temperatura de gelificación de unos 45ºC. Por eso es importante conocer la temperatura a la cual comienza la gelificación de la pectina utilizada, porque se juntó a la pared del recipiente, que dificultaría el enfriamiento de la zona central, dando lugar a reacciones de caramelización y de gradación de las pectinas. Esta operación puede efectuarse manual o mecánicamente, en el primer caso hay que trabajar rápidamente para evitar que las porciones residuales gelifiquen antes de envasar.

Los productos que contienen trozos de fruta o de corteza deben transportarse por bombas y llenadoras de pistón para evitar su trituración. Las llenadoras más utilizadas son las rotatorias automáticas de pistón de gran capacidad de envasado y diversidad de tamaños. Los envases son descargados automáticamente sobre mesas o cintas transportadoras que lo llevan a la cerradora.

En la actualidad las mermeladas pueden ir envasadas en envases plásticos, de aluminio o laminados.

Cerrado

Existen tres métodos de cerrado:

- Cerrado en frío
- Cerrado bajo chorro de vapor
- Cerrado en caliente

a) Cerrado en frío

Este tipo de cerrado, exige una pasterización posterior de los envases con el fin de esterilizar el espacio libre; este procedimiento debe efectuarse cuando la temperatura de llenado de la mermelada sea inferior a los 85ºC.

b) Cerrado bajo chorro de vapor

Los recipientes, una vez llenos, se cierran bajo un chorro de vapor con el fin de esterilizar la tapa, las paredes del recipiente y el espacio libre del envase.

c) Cerrado en caliente

Por este método se autopasteuriza el envase. El método consiste en invertir el recipiente cerrado de manera que el producto caliente quede en contacto con la parte superior del envase y la tapa durante un periodo de dos a tres minutos.

Enfriado

Después de la operación anterior, se realiza el proceso de enfriado por medio del aire o agua hasta una temperatura entre 35 y 40°C. Los envases de hojalata se enfrían a través de duchas de agua helada o por inmersión en un tanque de agua fría. Los envases de vidrio y los envases de gran capacidad, se enfrían con aire pasándolos lentamente a través de un túnel con chorros de aire o dejándolos en reposo en una habitación fresca y aireada hasta que la mermelada haya gelificado.

Reposo

Los envases enfriados deben mantenerse en reposo, por un periodo no inferior a 24 horas antes de proceder al etiquetado y embalaje, con el objeto de favorecer la gelificación y evitar el agrietamiento del gel.

Durante la etapa de reposo se efectúa la formación del gel sus características dependen de la clase de pectina utilizada:

a) Geles de pectina de alto metoxilo

Estas pectinas poseen un grado de esterilización del 53 al 13% y forman geles ir reversibles en medio ácido, con pH entre 2, 2 a 3, 5 Y con un contenido de azúcares superior al 60%. En solución acuosa diluida, las macromoléculas de pectina se hidratan fuertemente y se cargan negativamente debido a la disociación de los grupos carboxílicos; para que se pueda reunir y formar un gel es necesario que disminuya la hidratación y que el rechazo entre los grupos carboxilo disociados negativamente sea el menor posible. La disminución de la hidratación

es verificada al agregar azúcar, que tiene la función de fijar el agua. La reducción de las cargas negativas se realiza por los iones H^+ suministrados por los ácidos.

El enlace de las moléculas pécticas queda conformado básicamente por puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo, estos enlaces son débiles y los geles de esta clase se caracterizan por su gran plasticidad. De lo anterior se concluye que para la formación del gel debe haber un equilibrio en la relación pectina – azúcar – ácido.

b. Geles de Pectina de Bajo Metoxilo

Las pectinas de bajo metoxilo, obtenidas por desesterificación controlada de las pectinas de alto metoxilo, forman geles en presencia de cationes divalentes; el más utilizado es el Calcio (n) Ca ++.

Durante mucho tiempo se pensó que la gelificación se realizaba por la reticulación de dos cadenas cuyos grupos carbónicos se unen por el ión Calcio. Esta hipótesis se ha rechazado por que no se cumple la relación estequiométrica de la reacción, ni se disminuye proporcionalmente la cantidad de Calcio requerida al aumentar el grado de esterificación.

Se han efectuado varios estudios sobre la fijación del Calcio en los ácidos poligalacturónicos de diferentes grados de polimerización; a partir de un grado de polimerización entre el 15 al 20, el ácido galacturónico presenta una fijación óptima del calcio. El ión Calcio presenta uniones coordinadas entre dos oxígenos de las uniones glicosídicas, dos funciones ácidas y tres funciones alcoholes según la estructura denominada “canastilla de huevos” solo puede existir una región homogalacturónica de la molécula pectica, toda sustitución de las funciones alcohol secundario (por acetilación) genera la formación de esta estructura favoreciendo la gelificación.

Para obtener un gel, en vez de un coágulo o un precipitado, la reacción entre el Calcio y la pectina de bajo metoxilo debe ser lenta; por esta razón las sales del calcio, poco solubles, deben agregarse a una solución caliente de las pectinas; el gel se forma durante el enfriamiento.

Los geles de pectina de bajo metoxilo pueden formarse entre valores de pH entre 2.5 y 6.5 aún en ausencia total de azúcar. La cantidad de Calcio necesaria (mg de Ca/g Pectina) varía entre 10 y 60 según el grado d esterificación residual y la forma de deestirificación empleada, química o enzimática. La rigidez del gel aumenta con la concentración de iones de Calcio, los geles se devuelven y aumentan los riesgos de pérdida de agua por sinéresis.

Operaciones Comunes

Los envases de vidrio deben limpiarse de las posibles salpicadas o derrames del llenado y luego son rotulados a mano o colocados en una cinta transportadora que los conduce a una máquina etiquetadora automática. Los envases de hojalata están litografiados previamente o son etiquetados en un equipo automático. Los envases de plástico de uso personal van sellados con una lámina de aluminio litografiados e igualmente los trilaminados.

Control de Calidad

Con el propósito de obtener buenos resultados en la calidad de las mermeladas con diversas frutas y materias primas, es necesario efectuar un control de calidad integral; que comprende análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales.

TABLA 27. Determinaciones de Control de Calidad

DETERMINACIONES	ENSAYOS REALIZADOS
1. FÍSICAS	1.1 Aspecto del envase rotulado 1.2 Cierre 1.3 Peso Bruto y Peso Neto 1.4 Sólidos Solubles
2. QUÍMICAS	2.1 pH 2.2 Acidez Total 2.3 Azúcares Reductores libres y Azúcares Totales 2.4 Preservativos 2.5 colorantes Artificiales 2.6 Vitamina C 2.7 Determinación de Metales Pesados (Cu, Pb, As)
3. MICROBIOLÓGICAS	3.1 Recuento Total 3.2 Mohos 3.3 Levaduras
4. SENSORIALES	4.1 Apariencia 4.2 color 4.3 Sabor y Aroma 4.4 Consistencia y carácter

Lección 27. Formulación de las mermeladas y jaleas

Antes de comenzar las operaciones de fabricación, es necesario calcular la proporción de los distintos componentes del producto, es decir, su formulación; ésta dependerá básicamente del producto que se desea obtener: Grados Brix finales y porcentajes de fruta (Bº y % fruta). Según la legislación, las mermeladas deben tener un 65% de sólidos solubles. A continuación se ilustra la formulación.

Primer ejemplo

Se desea preparar una mermelada que contenga 50% de fruta y 65% de sólidos solubles. Se tienen 200 Kg. de fruta completa, fresca, con las siguientes características: 12% (p/p) de pectina; la cáscara representa el 3% (p/p) y las semillas % (p/p) de fruta. Para ajustar el pH a 3, p para g. de pulpa de fruta se necesitaron ml de solución de ácido cítrico al % (P/V). Se dispone de pectina cítrica de grados 120 SAG y de azúcar refinada. Calcúlese el número de recipientes con contenido neto de g. de mermelada que podrán obtenerse de tal manera que las pérdidas no sean mayores del % (p/p).

Cálculo del peso neto de la fruta

El peso de la fruta, se calcula sumando el porcentaje de pérdida debido a la cáscara más el porcentaje de pérdida por las semillas y la suma de este valor se resta el peso bruto de la fruta fresca.

3 % + 0,5 % = 3,5 % Kg.

Si 100 Kg. 3.5 Kg.

200 Kg. X

X = (200 * 3.5)/100 = 7 Kg.

200 Kg. (bruto) - 7 Kg. (pérdida) = 193 Kg. de Peso fruta neto

Calculo de la pectina aportada por la fruta

Si la fruta contiene 0,5% de pectina cuánto aportarán los 193 Kg. Netos de fruta?

100 Kg. 0.5 Kg.

193 Kg. X

X = (193 * 0.5)/100 = 0.965 Kg.

Cálculo de los sólidos solubles aportados por la fruta

Si la fruta contiene el 12% de sólidos solubles, cuánto aportarán los 193 Kg. Netos de fruta?

100 Kg. 12 Kg.

193 Kg. X

X = (193 * 12) /100 = 23.16 Kg.

Cálculo de la cantidad de ácidos requeridos

Este cálculo se efectúa por peso o por volumen:

a. Por volumen: si para 0.1 Kg de pulpa de fruta se gastaron 20 ml. De solución de ácido cítrico al 20% (P/V); para 193 Kg. De fruta. Cuánto se necesitará?

0.1 Kg. 20 ml.

193 Kg. X

X = (193 * 20)/0.1 = 38.600 ml.

b. En peso: Si en 100 ml de solución hay 20 g. de ácido cítrico en 38.600 ml. Cuánto habrá de ácido cítrico en peso?

100 ml. 10 g.

38.600 ml.. X

X = (38.600 * 20)/100 = 7.720 g 67.72 kg.

Cálculo de la cantidad de azúcar necesaria

Si 193 kg. de fruta constituyen el 50% del peso de la mermelada. Cuál sería el peso total de la mermelada?

193 Kg. 50%

X. 100%

X = (193 * 100)/50 = 386 Kg.

De acuerdo a la norma la cantidad de sólidos solubles mínima debe ser del 65% para 386 Kg., será:

100 Kg. 65 Kg.

386 Kg. X

X = (386 * 65)/100 = 250,9 Kg. de sólidos solubles.

De acuerdo con cálculo anterior sabemos que la fruta aporta 23,16 kg. De sólidos solubles, luego los sólidos solubles aportados por el azúcar deben ser:

250.9 Kg. – 23.17 kg. = 227.74 Kg. de azúcar

Cálculo de la pectina a adicionar

Para estos cálculos se considera que la pectina de la fruta posee el mismo grado de gelificación que la pectina cítrica a utilizar. Por definición tenemos que una pectina de 120 grados SAG, indica que un kilogramo de esta pectina necesita 120 Kg. de azúcar para melificar; se calcula cuanta pectina melifica con 250.9 Kg de azúcar, teniendo en cuenta que los sólidos solubles aportados por la fruta se consideran por lectura refractométrica como azúcar.

1 Kg. De pectina 120 Kg. De azúcar

X 250.9 Kg.

X = (1* 250.9)/120 = 2.09 Kg. De pectina teórico

Como la fruta aporta 0.965 Kg. de pectina, solamente se debe agregar el excedente.

2.09 Kg. – 0.965 = 1.13 Kg. De pectina

Formulación de la mermelada

INGREDIENTES	PESO (Kg.)	S. S (Kg.)
FRUTA	193	23.16
AZÚCAR	227.74	227.74
ÁCIDO	7.72	7.72
PECTINA AGREGADA	1.13	1.13
TOTAL	**429.59 Kg.**	**259.75 Kg.**

Calculemos cuales son los sólidos iniciales de la formulación.

Si en 429.59 Kg. hay 259.75. Cuánto habrá en 100?

429.59 Kg. 259.75 S.S.

100 X

X = (100 * 259.75)/429.59 = 60.46 S.S. iniciales

Como puede observarse se ha obtenido una cantidad de sólidos solubles muy cercana al valor deseado (65%) con el propósito d evaporar un porcentaje muy pequeño de agua: 65-60, 46=4.54% del peso para evitar el calentamiento excesivo de la mezcla.

Cálculo del peso real de la mermelada

Si un peso de 429.59 Kg. Posee 60.46% de sólidos solubles. Qué disminución del peso habrá que obtener por evaporación para ajustar los sólidos solubles al 65%?

65%

429.59 Kg. 60.46 S.S.

X 65 S.S.

Como es una pérdida de peso, se calcula la regla de tres en forma inversa:

X = (429.59 * 60.46)/65 = 399.58 Kg.

Observamos si la cantidad de la fruta utilizada para la preparación de la mermelada corresponde a lo especificado por la norma, del 50% de fruta:

399.58 Kg. 100%

193 Kg. X

X = (193 * 100)/399.58 = 48.3%

El valor encontrado esta 1.7% por debajo de la norma, debido al desplazamiento del peso efectuado por los otros ingredientes (Peso del ácido y peso de pectina). Para ajustar el valor de la fruta a la norma se puede calcular el aporte de esta con exceso del 2%, o sea del 52% para compensarlo como se verá en el siguiente ejemplo:

Suponiendo que la pérdida no sea mayor del 1%, el peso real sería:

399.58 Kg. 100%

X 1%

X = (399,58 * 1)/100 = 3.99 Kilos de pérdida

399.58 - 3.99 = 395.59 Kg.

Calculo del número de recipientes con peso de 350 g. que pueden obtenerse.

Si un recipiente debe contener 0.35 Kg. De mermelada. Cuántos recipientes se obtendrán con 395.59 Kg.?.

1 Fco. 0.35 Kg.

X 395.5 Kg.

X = (2 * 395.59)/0.3 = 1130 recipientes

Segundo Ejemplo

Se han comprado 135 Kg. De piñas para preparar una mermelada con un 50% de fruta. Los controles iniciales a la pulpa nos dieron un porcentaje de sólidos solubles del 9%, contenido de pectina 0.45% y un pH de 4. Durante el procesamiento se perdió un 12% por la cáscara y un 4% por el corazón. Para ajustar la acidez a pH 3, de 100 g se necesitaron 30 ml. De ácido cítrico al 10% (P/V) y la pectina de manzana a utilizar tiene 50 grados SAG.

Cuál fue el rendimiento en peso de la mermelada una vez terminada y cuántos recipientes de un cuarto de kilogramo pueden obtenerse, considerando que no hubo pérdida en el procesamiento.

Cálculo del peso neto de la fruta

El peso neto de la fruta, se calcula sumando el porcentaje de pérdida debido a la cáscara más el porcentaje de pérdida por el corazón y la suma de este valor se resta del peso bruto de la fruta seca.

12% + 4% = 16% de pérdida que equivale a 16 Kg.

Si 100 Kg. Pierden 16 Kg.

135Kg. X

X = (135 * 16)/100 = 21.6 Kg.

135 Kg. Bruto - 21.6 Kg pérdida = 113.4 Kg. Peso de fruta neto.

Si la fruta constituye el 50% de la formulación, el valor teórico del peso de la mermelada será:

113.4 Kg 50%

X 100%

X = (113.4 * 100)/50 = 226.8 Kg.

Calculo de la pectina aportada por la fruta

Si la fruta contiene 0.045% de pectina. Cuánto aportarán los 113,4 Kg.

100 Kg. 0.045 Kg.

113.4 Kg. X

X = (113.4 * 0.045)/100 = 0.051 Kg. De pectina

Cálculo de los sólidos solubles aportados por la fruta

Si la fruta contiene 9% de sólidos solubles. Cuánto aportarán 113.4 Kg. De fruta?

100 Kg. 9 Kg.

113.4 Kg. X

X = (113.4 * 9)/100 = 10.2 Kg. De sólidos solubles aportados por la fruta.

Calculo de la cantidad de ácido requerido

Este cálculo se efectúa por peso o por volumen:

a. Por volumen: si para

0.1 Kg. 30 ml.

113.4 Kg. X

X = (113.4 * 30)/0.1= 34.020 ml.

b. En Peso:

Si en 100 ml. hay 30 g de ácido cítrico en 34.020 ml habrá:

100 ml 10 g

34.020 ml X

X = (34.020 * 10) / 100 = 3.402 g. 63.4 Kg de ácido necesario

Calculo de la cantidad de azúcar necesaria

Si 113.4 Kg constituyen el 50% del peso de la mermelada, se pueden calcular un 52% para compensar el desplazamiento de peso efectuado por lo otros ingredientes (Peso del ácido y peso de pectina).

Si 113.4 Kg. 52%

X 100%

X = (113.4 * 100)/52 = 218.08 Kg

De acuerdo a la norma, la cantidad de sólidos solubles mínima debe ser del 65% para los Kg. Sería:

100 Kg. 65 Kg.

218.08 Kg. X

X = (218.08 * 65)/100 = 141.75 KG. S.S.

De acuerdo con el cálculo anterior sabemos que la fruta aporta 10.2 Kg. De sólidos solubles, luego los sólidos solubles aportados por el azúcar deben ser:

141.75 Kg = 10.2 Kg. = 131.5 Kg. De azúcar.

Cálculo de la pectina a adiciona

Para estos cálculos se considera que la pectina de la fruta posee el mismo grado de gelificación que la pectina de manzana utilizada. Por definición tenemos que una pectina de 150 gramos SAG. 150 indica que 1 Kg. de esta pectina necesita 150 Kg. De azúcar para melificar; se calcula cuanta pectina melifica con 141.75

Kg. de sólidos solubles totales, teniendo en cuanta que los sólidos solubles aportados por la fruta se consideran por lectura refractométrica como azúcar.

1 Kg. 150 Kg.

X 141.75 Kg.

$X = \frac{1 * 141.75}{150} = 0.945$ Kg. De pectina

Como la fruta aporta 0.051 Kg. De pectina solamente habría que agregar el excedente.

0.945 - 0.051 = 0.894 de pectina

FORMULA DE LA MERMELADA

INGREDIENTES	PESO	SÓLIDOS SOLUBLES
FRUTA	113.4	10.2
AZÚCAR	131.5	131.5
ÁCIDO	3.4	3.4
PECTINA AGREGADA	0.894	0.894
TOTAL	249.19 Kg.	145.99 S.S

Calculemos cuáles son los sólidos iniciales de la formulación: Si en 249.19 Kg. Tienen 145.99 Kg. de sólidos solubles. Cuánto habrá en 100 Kg.?

249.19 Kg. 145.99 S.S.

100 Kg. X

X = (100 * 145.99)/249.19 = 58.6 Kg. de sólidos solubles iniciales.

Como puede observarse se ha obtenido una cantidad de sólidos solubles muy cercana al valor deseado (65%) con el propósito de evaporar un porcentaje % pequeño de agua (65 – 58.6 = 6.4%) del peso para evitar el calentamiento excesivo de la mezcla.

Cálculo del peso real de la mermelada

Si un peso de 249.19 Kg. tienen 28.6 Kg. de sólidos solubles. Qué disminución de peso habrá que obtener por evaporación para ajustar lo sólidos solubles al 65%.

249,19	58.6% S.S.
X	65% S.S.

Como es pérdida de peso, se calcula la regla de tres en forma inversa.

$X = (249.19 * 58.6) / 65 = 224.65$ Kg.

Observemos si la cantidad de fruta utilizada para la preparación de la mermelada corresponde a lo especificado por la norma (50%)

224.65 Kg.	100%
113.4 Kg.	X

$X = (113.4 * 100) / 224.64 = 50.4\%$ de fruta.

Considerando que no hubo pérdida en el procesamiento, el peso real de la mermelada corresponde al calculado, o sea 224.65 Kg.

Calculo del número de recipientes con peso de un cuarto de kilogramo

Si un recipiente debe contener un cuarto de kilogramo (0.25 Kg.). Cuántos recipientes se obtendrán con 224.65 Kg.?.

1 Fco.	0.25 Kg.
X	244.65 Kg.

$X = (1 * 224.65) / 0.25 = 898.6$ Recipientes.

Lección 28. Equipos y control de calidad

Equipos e instrumentos de medición

El productor de mermeladas debe contar con una serie de equipos y elementos que le permitan realizar algunos controles mínimos a las materias primas, a los productos en proceso y a los terminados. Entre estos elementos más indispensables se hallan:

Termómetro para medición de temperaturas de ebullición y quizás determinar el punto final al que debe alcanzar la concentración de la mermelada.	
Refractómetro para determinar los ° Brix de materias primas, los de la masa en proceso; y finalmente del producto terminado. Con este aparato se puede determinar con una gota de muestra la concentración de sólidos solubles en un determinado momento del proceso de concentración. En el mercado se consiguen refractómetros de escalas que van de 0 ºBx hasta 85 ° Bx.	
Potenciómetro para la medida del pH. No se recomienda emplear papeles indicadores teniendo en cuenta su baja precisión y la necesidad de ajustar este valor en un rango tan estrecho. Antes de determinar el valor de pH se debe calibrar el equipo con soluciones buffers frescas y de valor cercano a 3,5. La medida debe tomarse a temperatura ambiente o hacer la respectiva corrección en el equipo.	

Marmita: La cocción puede ser efectuada en marmita abierta, en recipiente a vacío y en circuito cerrado. El primer procedimiento ofrece la ventaja del fácil control de la rapidez; el segundo permite trabajar a bajas temperaturas y grandes cantidades de producto; el tercero que es el mas reciente, permite conservar casi intactas las características organolépticas y los aromas de la fruta fresca.	
Envasadora: El envasando se efectúa a temperaturas alrededor de 88 ºC o mas y cerrando inmediatamente, el envase se invierte para esterilizar la tapa y de esta forma no hay necesidad de someter el producto a posteriores tratamientos térmicos. los frascos así obtenidos se pueden luego enfriar y dejar en reposo para lograr la formación del gel característico.	

Fuente: CAMACHO G. 1983., "Cómo preparar mermeladas" ICTA, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Características Físico – químicas y microbiológicas

De acuerdo a la NTC- 285 para mermeladas y la l resolución 15789/84 para mermeladas y jaleas de frutas las siguientes son los principales parámetros de calidad en Colombia:

Características físico-químicas

- **Mermeladas**

Es indispensable conocer el porcentaje mínimo de fruta para la preparación de mermelada.

% EN MASA	FRUTA
40	Breva, ciruela, fresa, durazno, guayaba, mango, manzana, pera, tomate de árbol, papaya, papayuela, frambuesa.
30	Albaricoque, mora, coco, lulo, piña, uva, cereza, plátano, uchuva.
20	Citricos. Maracuyá, curaba, ciruela,

Fuente: Resolución 15789/84 (ver tabla completa NTC-285

Las mermeladas además deberán cumplir con las siguientes características físico-químicas:

Requisitos	Mínimo	Máximo
Sólidos solubles por lectura refractrometrica en porcentaje en masa	60	-
Contenido de cobre (Cu) mg / Kg	-	10
Contenido de plomo (Pb) mg /Kg	-	20
Contenido de arsénico (As) mg/ Kg	-	10
pH a 20ºC	-	3.4
Conservantes en mg / Kg		
Acido sórbico y sus sales	-	1000
Acido benzoico y sus sales	-	1000
Mezcla de los dos	-	1250

Fuente: NTC-285

Jaleas

El porcentaje mínimo de fruta para la reglamentación de los diferentes productos esta indicado en la tabla relacionada para mermeladas.

Las jaleas de fruta deben presentar los siguientes parámetros de calidad:

Parámetros	Máximo	Mínimo
Sólidos solubles por lectura refractométrico a 20ºC	60	
pH a 20ºC		3.4

En cuanto a preservativos: Se permite la utilización de ácido sórbico benzoico o sus sales en ppm.

	Máximo
solos	1000
En mezcla	1250

Fuente: Resolución 15789/84

El contenido máximo de metales pesados en ppm es:

2.3 Cobre como Cu 10.0
2.4 Plomo como Pb 2.0
2.5 Arsénico como As 1.0

Características microbiológicas

Las mermeladas y jaleas presentan las siguientes características microbiológicas por gramo:

	r	m	M	C
Recuento microorganismo Mesofilicos/gr.	3	100	300	1
NMP.Coliformes fecales/gr	3	Menor 3	-	0
NMP.Coliformes totales/gr	3	Menor 3	-	0
Recuento Esporas Clostridium sulfito reductor/gr	3	Menor 10	-	0
Recuento hongos y levadura/gr.	3	20	50	1

Fuente: Resolución 15789/84

Defectos comunes en mermeladas, espejuelos y conservas de frutas

Los principales defectos que demeritan la calidad de estos productos, preparados con pectina, son:

(A) Gel muy flojo o débil.
(B) Gel demasiado firme, muy duro.
(C) Sinéresis (separación de una fracción líquida).
(D) Cristalización de azúcares.
(E) Separación de fruta de gel (Flotación).
(F) Cambios en el color
(G) Fruta de textura dura
(H) Formación de espuma y de burbujas

Las clases A, B… H, se emplearan en las anotaciones que aparecen adelante.

Estos defectos aparecen solos o combinados, según su origen y la magnitud de la causa o causas que lo provocan.

Los listados siguientes brindan al lector la información sobre causas y defectos que por ellas se presentan:

CAUSA	DEFECTO
3.1 Derivadas del uso de la pectina:	
- Cantidad insuficiente	(A) (C) (E)
- Exceso de pectina	(B) (B)
- Pectina no completamente disuelta	(A) (C)
- Uso de pectina liquida en mal estado	(A) (C)
- Pectina almacenada en condiciones Climáticas inadecuadas	(A) (C)
- Pectina almacenada durante mucho tiempo	(A) (C)
- Uso de pectina de asentamiento lento, en Vez de pectina rápida	(E)
- Uso de pectina de asentamiento muy rápido	(H)
3.2 Derivados del pH	
- pH más alto	(A)
- pH más bajo	(A) (B) (C) (H)
- pH fuera del rango aconsejado	(A) (B)
3.3 Derivados de los azucares y del contenido de sólidos solubles	
- Bajo contenido de sólidos solubles	
- Alto contenido de sólidos solubles	(A) (C)
- Demasiada inversión de azúcares genera Cristales de dextrosa	(A) (B) (H)
- Baja inversión de azúcares, con formación de Cristales de sacarosa	(D)
- Exceso de sales buffer en el azúcar	(D)
- Formación de cristales de dextrosa por mala Formulación de la misma	(A) (D)
3.4 Derivadas de la ejecución de las etapas del proceso	
- Tiempos de ebullición:	
insuficientes	(A) (C)
Demasiado prolongados	(A) (B) (C) (F) (H)

- temperatura de llenado de recipientes: Muy baja Muy alta - Movimiento brusco de envases antes de que los geles estén firmes - Diferencias de contenido de sólidos entre la fruta y el gel que la rodea - Incorrecto llenado de envases cuando son de tamaño grande	 (A) (C) (H) (E) (A) (C) ©
3.5 Derivados de la fruta - Empleo de la fruta de mala calidad - Fruta con alto contenido de pectina lenta - Fruta sobremadura o muy verde con manchas oscuras - Pulpa decolorada o muy oscura - Presencia de metales en la fruta - Exceso de sales buffet naturales de la fruta - Falta de precocción y/o escaldado en la fruta	 (A) (F) (E) (F) (F) (F) (A) (F) (G)
3.6 Derivados del agua de proceso y de los Equipos - Fallas en el equipo de llenado - Excesos de sales buffet en el agua - Contaminación metálica con el equipo - Empleo de agua dura en la precocción de la fruta	 (H) (A) (F) (G)
3.7 Otras - Altos niveles de calcio - Nebulosidades por fosfatos, oxalatos o sales Insolubles de Ca y Mg. - Exceso en la adición de sales buffer - Fermentación problemas microbiológicos	 © (F) (F) (H)

a) Errores frecuentes que se deben evitar.

He aquí una lista de errores comunes cometidos durante la elaboración de mermeladas entre los cuales se debe buscar la causa de fracasos en la obtención y gelificación de este producto:

- Omisión en la agregada de uno o más ingredientes.
- Pesada inexacta de uno o más ingredientes.
- Solución parcial de la pectina en la masa, permaneciendo como grumos.
- Inexactitud en la lectura de ºBx o de la temperatura del punto final de la concentración.
- El Refractómetro debe ser tarado diariamente con agua destilada, cuya lectura debe ser cero. Los termómetros de igual forma midiendo el punto de ebullición del agua que en Bogotá es de 92-93 ºC.
- El cerrado defectuoso de los envases. Esto puede permitir contaminaciones por la entrada de agua o microorganismos durante la refrigeración.

b) Causas de los inconvenientes más comunes

La elaboración de un producto como la mermelada que depende de un amplio número de factores variables, no puede ser inmune siempre a inconvenientes, aun

con un riguroso control de las condiciones de proceso durante la producción. Un examen químico y físico del producto terminado y de sus ingredientes será normalmente suficiente para diagnosticar las causas de los eventuales inconvenientes y sus posibles correctivos.

Los factores a controlar son: contenido de sólidos solubles, acidez total, pH, porcentaje de reductores, gelificación, aroma y color.

c) Inconvenientes

- Gelificación defectuosa. La solubilización incompleta de la pectina es la causa mas frecuente. Las partículas de pectina en polvo son solubles en agua caliente, fría o en jugo de fruta, pero cuando estas pectinas forman grumos, no pueden disolverse. Esta tendencia se supera fácilmente mezclando pectina con sacarosa cristalina que actúa como agente dispersante.

El control inexacto de los sólidos solubles y del pH del producto terminado es una causa también de gelificación defectuosa. Frecuentemente se olvida cuál es el efecto determinante que tiene el valor del pH sobre la formación del gel. Aunque el azúcar y la pectina sean bien dosificados, no se tendrá gelificación si el valor de pH no se ha llevado por debajo de 3,6 (o 3,8 para pectina de rápida gelificación), mientras en el campo de pH 3,3 a 3,5 una pequeña diferencia de 0,2 puede ser motivo de fracaso.

Si el pH y la concentración de azúcar son correctas, si la solución de pectina ha sido correctamente preparada, la falta total o parcial de gelificación se puede atribuir a defectos de calidad o de dosificación de la pectina.

La cocción excesivamente prolongada provoca hidrólisis de la pectina y el producto resulta de consistencia pastosa no gelificada.

El excesivo enfriamiento antes del envasado provoca pregelificación y consiguiente rotura del gel, causando dificultades de funcionamiento de la dosificadora. La acidez alta tiene efecto similar al anterior, rompe la estructura del gel y causa sinéresis. La acidez muy baja no le permite a la pectina desarrollar su acción e impide la formación del gel.

Las sales tampones presentes el las frutas en forma de sales minerales retardan la gelificación. Si se presentan en cantidades excesivas pueden hasta impedirla.

Para identificar cuál de las anteriores posibles causas es la causante de la no gelificación se deben controlar los º Bx y pH del producto final y si es necesario el poder gelificante de la pectina y las características de la pulpa de fruta.

- La mermelada es muy ácida. En el caso de tener que bajar el pH y usar ácido cítrico puede comunicar un sabor demasiado ácido no característico de la fruta. Aquí se puede emplear en cambio ácido tartárico que baja mas rápido el pH sin comunicar un sabor muy ácido.

- Se produce cristalización: Los grados de acidez extrema producen cristalización. Si es alta la inversión de la sacarosa tiende a ser completa. Si la acidez es baja se pueden formar cristales de sacarosa. El correctivo es permitir que se logre una parcial inversión o agregar además de sacarosa un porcentaje de glucosa. Esto último se hace cuando se elabora la mermelada al vacío en cuyo caso la inversión durante el proceso es mínima.

- Se produce sinéresis: Por un pH demasiado bajo (debido a una alta acidez); deficiencia de sólidos solubles; deficiencia de pectina; envasado a temperatura inferior al punto de gelificación (y rompimiento del gel); y agitación de los envases con el producto terminado durante la fase de enfriamiento (que lleva también a la rotura del gel).

- El color final resulta alterado: La exposición prolongada al calor durante la concentración lleva a la caramelización, es decir al oscurecimiento del producto. Igual inconveniente se presenta cuando hay enfriamiento lento de los envases, sobre todo si estos envases son de alta capacidad. En las pulpas conservadas con dióxido de azufre, aunque cada día son menos, el color resulta algunas veces cambiado, lográndose su recuperación después de la ebullición. El empleo de frutas pintonas aun con pigmentos clorofilados (verdes) producen un color pardo durante la cocción. De ahí la importancia de clasificar adecuadamente la fruta destinada a la elaboración de mermeladas.

- Se produce fermentación y crecimiento de hongos: Bajo nivel de Brix finales. El producto no alcanza a los 65 - 68% de sólidos solubles. Muy alta humedad relativa en el sitio de almacenamiento, con lo que el producto absorbe humedad y su disponibilidad de agua sube, permitiendo que microorganismos se desarrollen. Alta contaminación de los envases o tapas; pueden llegar a desarrollarse microorganismos osmófilos que resisten alta presión osmótica del medio. La determinación de las causas de la fermentación requieren del control de la humedad y temperatura de almacenamiento, recomendándose humedades inferiores al 80% y la temperatura, sin necesidad de ser de refrigeración, si se busca que sea la mas baja posible.

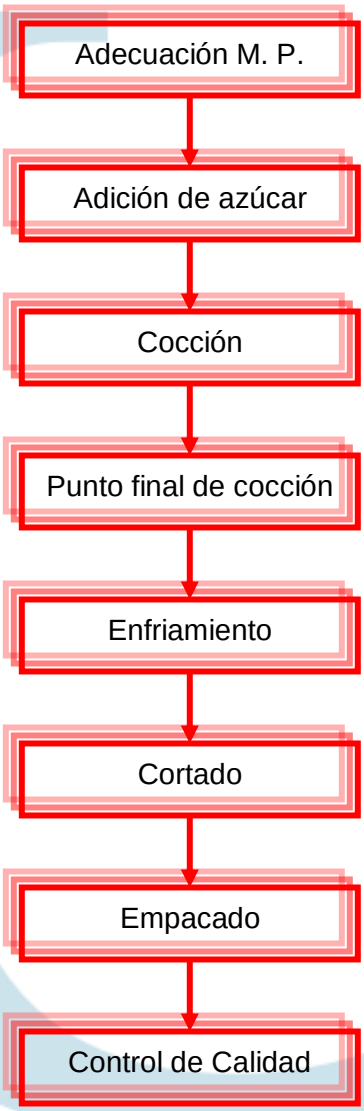
Finalmente se recomienda mantener los envases cerrados para evitar la absorción de agua y la contaminación ambiental del producto.

Lección 29. PASTA DE BOCADILLO

La norma define pasta de fruta, como una masa sólida obtenida por cocción de pulpa de fruta y azúcar cuya consistencia le permite cortarse sin perder la forma y la textura con un contenido de sólidos solubles.

La estabilidad de este producto se debe al pH ácido de la pulpa, a la temperatura y a la alta concentración de sólidos al final del producto que no deben ser menores de 75ºC, lo que hace que sea un producto que se conserve por mayor tiempo y que este clasificado como alimentos de humedad intermedia.

Diagrama de flujo



Descripción del diagrama de proceso.

Adecuación de la Materia Prima.

- Fruta: Debe aportar contenidos significantes de pectina y sustancias aromáticas apropiadas. Importante determinar el estado de madurez de la fruta. En fruta verde o pintona el aroma y color no se ha desarrollado al igual que la calidad de la pectina, por el contrario una fruta muy madura produce textura blanda en el producto final.
  La fruta que más se usa para elaborar mermeladas es la guayaba por que cumple con las características fisico-químicas y sensoriales indicadas. En la tabla 28 se presenta el análisis químico publicado por el Instituto Nacional de Nutrición, en Bogotá, para las variedades guayaba blanca y rosada en estado de maduración

TABLA 28. Contenido en 100 g de guayaba blanca y rosada

Contenido en 100 g de pulpa	Variedad Blanca	Variedad Rosada
Parte comestible(%)	75	75
Calorías N°	36	36
Agua (g)	86.0	86.0
Proteínas (g)	0.9	0.9
Grasas (g)	0.1	0.1
Carbohidratos (g)	9.5	9.5
Fibra (g)	2.8	2.8
Cenizas (g)	0.7	0.7
Calcio (mg)	15.0	17.0
Fósforo (mg)	22.0	30.0
Hierro (mg)	0.6	30.0
Vitamina A (U.I.)	0	400
Tiamina (mg)	0.03	0.05
Riboflavina	0.03	0.03
Niacina	0.6	0.6
Acido ascórbico	240.0	200.0 U.I.

Si se utiliza pulpa para el proceso de la elaboración del bocadillo puede ser fresca o preservada.

* La pulpa fresca debe cumplir con las normas de calidad para el proceso de obtención de pasta de bocadillo. El estado de madurez determina las características sensoriales. La refinación de la pulpa influye en la textura y apariencia del bocadillo.

* La pulpa preservada es aquella que se obtiene de una fruta previamente procesada. Se debe escaldar, despulpar y pasteurizar por ebullición, adicionándole conservantes para luego ser almacenada.

Adición de azúcar

Se utiliza el mismo edulcorante que para la preparación de mermeladas. Se puede sustituir la sacarosa por glucosa, jarabe de maíz o azúcar invertido en una proporción de 5 al 15%, con esto se mejora la calidad del producto y previene la cristalización.

Los azúcares superiores tienen un bajo efecto edulcorante. La dextrosa y el sorbitol son menos dulces que la sacarosa, mientras la fructosa es el más dulce entre los carbohidratos comúnmente usados. En la siguiente tabla 29 se realiza una comparación de dulce y solubilidad de varios carbohidratos.

TABLA 29: Comparación del sabor dulce y solubilidad de varios carbohidratos edulcorantes.

Carbohidratos Edulcorantes	Sabor dulce relativo	Solubilidad (%) a 20°C	Solubilidad (%) a 0°C
Sacarosa	100	67	64
Azúcar invertido	100	62	60
Jarabe de glucosa	42 DE 60	-	-
Jarabe de isofructosa	100	-	-
Jarabe de fructosa	120	-	-
Dextrosa	80	47	35

Fructosa	120	79	-
Sorbitol	50	70	-

La sustitución de la sacarosa con otros carbohidratos ayuda a contrarrestar la tendencia a la cristalización, dar buen sabor al producto y producir bocadillos dietéticos. Para productos dietéticos se utiliza el sorbitol y son elaborados con menos del 10% de sólidos solubles y no los 75% que caracteriza a los bocadillos corrientes. Para evitar la sinéresis se utiliza la carragenina a cambio de pectina, ayuda a que los productos sean más transparentes.

El ácido. Algunas frutas requieren adición de ácido para alcanzar el pH necesario en la gelificación de las pectinas de alto metoxilo presentes en la fruta o adicionadas. El pH exacto requerido depende del contenido de sólidos solubles en el producto, para el bocadillo, este valor es aproximado a 3.6.

La cantidad de ácido que se requiere adicionar para ajustar el pH se calcula mediante una titulación de una cantidad exacta de pulpa, con una solución valorada del ácido que se espera emplear. El valor de pH óptimo para una adecuada gelificacion con pectina de alto metoxilo depende de los brix finales del producto. Este valor de pH será mayor a más alto contenido de Brix. Así una mermelada de 65 - 68 Bx su pH será entre 3.1 y 3.3. En el Bocadillo de 75 Bx será entre 3.4 y 3.7.

El propósito de utilización de la pectina en la elaboración de bocadillos es obtener una textura gelificada y ligar agua. La pectina Según el grado de metoxilación, una velocidad diferente de gelificación en función de la temperatura. Las rápidas, de alto grado de metoxilación (aprox. 73%) gelifican a temperaturas superiores a 75°C. Las de bajo metoxilo (aprox. 65%) gelifican lentamente entre 65 y 45°C.

Para preparar bocadillos de 75 Bx, a partir de frutas con menor contenido en pectinas de alto metoxilo, se debe adicionar una concentración promedio entre el 0,2 - 0,4%. Para adicionar la pectina se debe disolver en una solución acuosas menor de 20ºBrix y que esta solución haya este a temperaturas de 80ºC. Se recomienda mezclar una parte de pectina con 5 parte de sacarosa seca para facilitar su dispersión en la solución.

Concentrado

El proceso tiene como fin la concentración de sólidos solubles no inferiores al 75%. Esta etapa se realiza a presión atmosférica.

El objetivo del proceso de concentrado es obtener una distribución homogénea de los ingredientes, inactivar enzimas, eliminar microorganismos, evaporación de agua desairear el producto y ayudar a disminuir la oxidación de los componentes del color y sabor.

Punto final de cocción

El punto final de cocción se determina por lectura del refractómetro, para determinar los grados brix finales que deben se de 75ºBrix

Moldeado.

La pasta se vierte sobre moldes rectangulares de madera que reciben el nombre de gavetas.

Enfriamiento.

La pasta caliente colocada en los moldes debe permanecer en reposo para permitir una buena formación de gel y conseguir una disminución de la temperatura hasta unos 20 a 25ºC.

Cortado.

Luego del enfriado la pasta se retira del molde para pasar a corte en trozos rectangulares por medio de cuerdas metálicas montadas sobre marcos de madera metálicas llamadas liras

Empacado.

Es empacado en polímeros plásticos como el polietileno (PE) y el polipropileno y sistemas de empaques al vacío ser exportado. Desde hace mucho tiempo el bocadillo es envuelto artesanalmente en hojas secas de la planta de bijao.

El estudiante debe realizar el ejercicio de formulación de ingredientes y los cálculos para la elaboración de bocadillos

Defectos comunes y sus correcciones.

Textura

Causa	Corrección
Pectina no disuelta	Disolver la pectina en solución con menos de 25 Bx. Aumentar la temperatura de disolución de la pectina. Aumentar el pH de la disolución.
pH muy elevado en el producto	Aumentar el contenido de ácido en la formulación. Usar pectina de mas rápido tiempo de gelificación
Brix bajos en el producto	Estandarizar los Brix en el producto
Pregelificación de la pectina	Aumentar la temperatura de llenado. Aumentar la temperatura de la mezcla antes de agregar la solución de pectina. Aumentar la temperatura de la mezcla antes de agregar la solución del ácido. Aumentar el pH del producto Aumentar el pH durante el procesamiento. Controlar y corregir los °Brix Usar pectina de más baja velocidad de gelificación. Disminuir el tiempo de llenado.
Degradación de la pectina	Reducir el tiempo de proceso. Evitar altas temperaturas a la masa. Evitar mantener la solución de pectina por mas de 8 horas sin usar. Determinar la fuerza de gelificacion de la pectina si la mantiene mucho tiempo en almacenamiento. Pasterizar la pulpa para detener la degradación de sus pectinas por acción enzimatica
Insuficiente pectina	Aumentar la dosis de pectina Determinar y corregir el tipo de pectina.

Sinéresis

Causa	Corrección
Pregelificación de la pectina	Aumento de la temperatura de llenado Aumento de la temperatura de la masa antes de la adición de la pectina en solución. Aumento de la temperatura de la masa antes de la adición del ácido en solución. Aumento del pH del producto. Aumento del pH durante el procesamiento. Verificación y corrección de los Brix. Uso de pectina de baja velocidad de gelificación Disminución del tiempo de llenado.

pH del producto muy bajo	Reducir la cantidad de ácido en la fórmula. Uso de pectina de baja velocidad de gelificación.
Insuficiente distribución del azúcar	Pasar la fruta por agua caliente o vapor. Extender la preedulcoración de las frutas o aumentar la temperatura inicial de disolución. Prolongar el tiempo de proceso si es muy corto o aumentar la temperatura de proceso
Interferencia de la pectina de rápida gelificación de la fruta	Calentar la fruta con solución ácida para retener la pectina entre las partículas de la fruta.
Pectina insuficiente	Aumentar la cantidad de pectina en la formulación

Lección 30. Fruta en almíbar

La norma 192 de las normas y procedimientos reglamentarios de la industria de alimentos en Colombia, y la Food Standard americano definen la fruta envasada, salpicón de frutas o coctel de frutas como "el producto sano, elaborado por esterilización correcta de fruta fresca, sana, propiamente madura, con azúcar (sacarosa), conservada en envases adecuados, limpios y herméticamente cerrados". Se define también como "la mezcla de trozos de diferentes frutas en un medio apropiado

Descripción del proceso

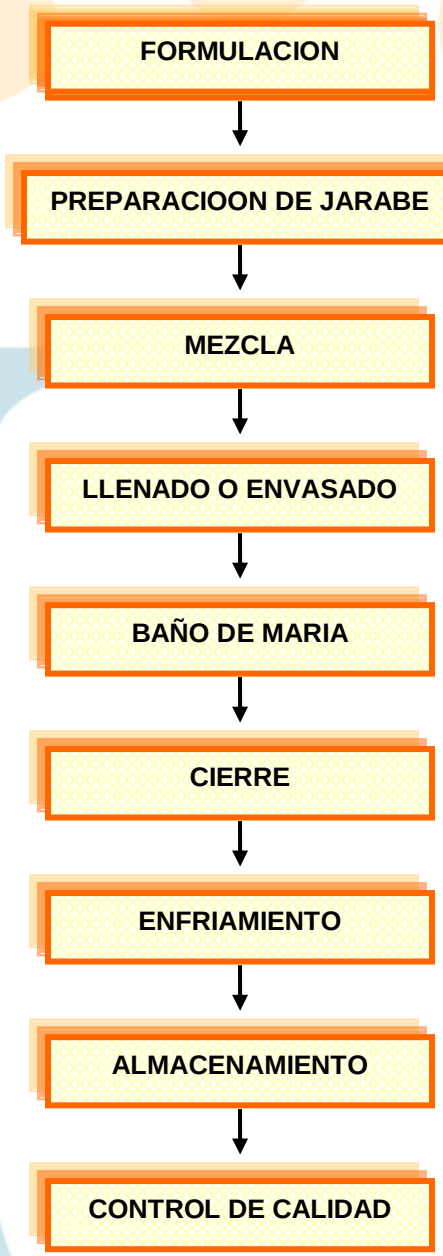
- **Formulación.**
  Se determina la cantidad y características del producto final para poder realizar los cálculos de cada una de las materias primas (trozos de fruta, azúcar y ácido) y la caracterización.

- **Escaldado Inicial**.
  Se hace con el fin de retirar el aire ocluido, inactivar enzimas, eliminar microorganismos, ablandar los trozos y precalentar antes de la pasteurización.

- **Preparación del jarabe**
  Se tiene en cuenta par la preparación del jarabe la concentración y características del producto final. Los jarabes se clasifican de acuerdo con el intervalo de concentración. Jarabes de no menos de 10º Brix se denominan agua ligeramente edulcorada, Menores de 14ºBrix agua edulcorada

ligeramente, menores de 18ºBrix jarabe diluido y no menos de 22º Brix jarabes muy concentrados.

Diagrama de proceso elaboración de fruta en almíbar



- **Mezcla**
  Se realiza la combinación de jarabe caliente con trozos de fruta previamente escaldada dentro del envase.

- **Llenado de recipientes**
  Se debe dejar un espacio de 1 cm. en el cuello de los frascos, se controlar la formación de burbujas para evitar la oxidación y el crecimiento de microorganismos.

- **Baño de María**
  Se realiza con el fin de eliminar el aire que esta en el cuello del frasco

- **Cierre**
  Luego de cerrar los frascos se pasa nuevamente a calentamiento para que se forme presión interna y se evite la oxidación del producto.

- **Almacenamiento**
  Se recomienda almacenar a temperatura de refrigeración y evitando la luz, para que las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales no se alteren.

- **Control de calidad**
  Evaluación de los parámetros físicos, químicos, sensoriales determinados por el color, olor, sabor y textura del producto final.

Formulación.

Desarrollemos el siguiente ejercicio.

Se necesita preparar 50 frascos de 250 g de trozos de piña en almíbar de 22ºBrix finales, con 50% de trozos de fruta.

Datos que se tienen:

La relación trozos de piña - jarabe de sacarosa es 1:1,

Grados Brix de los trozos de piña 10

Con estos valores podemos conocer el datos de los sólidos solubles aportados por los trozos de piña. Que corresponde a cinco.

Para conocer los sólidos solubles aportados por el jarabe de sacarosa se hace la diferencia entre los S.S.A finales y los S.S.A de la piña, esto nos genera un resultado de 17.

Se necesitan 12500 gr de producto final con el 50% de trozos y 50% de jarabe. Con el valor total se conoce los sólidos solubles totales que corresponde al 22% de 12500 g. y los sólidos solubles totales que aportan los 6250 gramos de trozos, que corresponden al 10% de este peso, para un valor de 625 gramos. La diferencia entre los SST del producto total y los SST aportados por la fruta nos da los SST que debe tener los 6250 gramos de jarabe. El resultado son 2125gr, este dato nos permite calcular los grados Brix del jarabe.

$$ºBrix = (2125/6250) * 100 = 34\%$$

Este dato nos dice que se debe preparar 6250 gramos de un jarabe de 34ºBrix; este jarabe se mezclará con los 2650 gramos de trozos de piña para obtener los12500 gramos de fruta en almíbar.

La preparación del jarabe se realiza disolviendo 2125 gramos de sacarosa con 4125 gramos de agua, luego se mezcla y cuando este transparente, sin cristales en suspensión, se mide sus ºBrix en un refractómetro, este dato debe ser de 34ºBrix.

Datos finales:

Agua 4125 gramos
Sacarosa 2125 gramos
Trozos de piña 6250 gramos.

BIBLIOGRAFIA

- VICKIE a. Jaclavik. (2002). Fundamentos de ciencia de los alimentos. Zaragoza: Acribia.
- TSCHEURSCHENER, Horst-Dieter (2001). Fundamento de tecnología de los alimentos. Zaragoza (España): Acribia S.A.
- SÁNCHEZ PINEDA, María Teresa. (2003). Procesos de elaboración de alimentos y bebidas. : Mundi-prensa AMV ediciones.
- HUGHES, CHRISTOPHER. (1.991). Guía de aditivos. Zaragoza España: Acribia S.A.
- NUEVO MANUAL DE INDUSTRIAS ALIMENTARÍA. (1994) Ediciones ampliadas.
- CHARLEY, Helen. (2000). Tecnología de alimentos, procesos físicos y químicos en la preparación de alimentos. México: Limusa.
- DESROSIER, Norman W. (1979). Conservación de alimentos. México: Continental S.A.
- DESROSIER, Norman W. Elementos de tecnología de alimentos. CECSA.
- BERK Z. (). Introducción a la bioquímica de los alimentos. México: El Manual Moderno
- WONG D. (1999). Química de los alimentos. Mecanismos y teoría. Zaragoza España: Acribia.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (1989). La irradiación de los alimentos. Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos. Ginebra: OMS.
- PERRY, Robert, (1996). Biblioteca del Ingeniero Químico,Tomo4-5.: McGraw-Hill.
- WONG D. (1999). Química de los alimentos. Mecanismos y teoría. Zaragoza - España: Acribia.
- LARRAÑAGA, Ildelfonso J. (1999). Control e higiene de los alimentos. Madrid: Mc.Grawhill.
- BROWNSELL, V.L. (1990). La ciencia aplicada al estudio de los alimentos. México: Diana.
- GUZMÁN, Rosa. (1991). Tecnología de frutas y verduras: Unad.
- CAMACHO G. (1983). Cómo preparar mermeladas. Bogotá: ICTA, Universidad Nacional de Colombia.

- CAMACHO G. (1983). Fundamentos de la elaboración de mermeladas. Bogotá: ICTA, Universidad Nacional de Colombia.
- BROWNSELL V. (1998). La ciencia aplicada al estudio de los alimentos. México DF: Diana.
- CHARLEY H (2001). Procesos físicos y químicos en la preparación de alimentos: Noriega.
- VILLALOBOS MARGALY. Pectinas: Sus características y aplicaciones en la industria alimentaria.
- WILEY, ROBERTI. (1997). Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Zaragoza, España : Acribia S.A.
- ICONTEC. NTC- 285, tercera revisión. Mermeladas de frutas

RESOLUCIONES: Ministerio de salud pública

- 7992 de 1991.
- 1059 de 1985
- 14712 de 1984
- 15789 de 1984
- 15790 de 1984

INVIMA- Ministerio de Salud Pública. Decreto 3075/98, Bogotá, Colombia, 1998

- www. Nutrinfo.com.ar
- www.mejorprevenir.ar
- www. consumer.es
- www.horticom.com
- www.lifelinestechnology.com
- www.mgc.co.jp
- www.ethylenecontrol.com
- www.mejorprevenir.com/salu
- vm.cfsan.fda.gov
- http://www.fao.org/inpho/es

UNIDAD DIDACTICA 3

TECNOLOGIA DE PRODUCTOS VEGETALES

Nombre de la Unidad	Tecnología de productos concentrados
Introducción	En la actualidad el consumidor esta demandando alimentos vegetales, frutas, hortalizas y derivados de apariencia natural y con un valor nutricional semejante al de los productos frescos, sin aditivos químicos, microbiológicamente seguros e inocuos, alimentos con alto nivel nutritivo y de elevada calidad. La unidad esta compuesta por tres capítulos. En el primer capitulo. Productos de la IV gama o mínimamente procesados. Se pretende da a conocer como realizar el proceso de selección, cortado, lavado y envasado de frutas y hortalizas teniendo en cuenta que estos son alimentos frescos que mantienen su propiedades naturales y están listos para ser consumidos. En el capitulo dos: Deshidratación y conservas. El objetivo de este tema es dar a conocer los parámetros tecnológicos para la disminución de agua en frutas y hortalizas permitiendo la conservación de los alimentos. El estudiante evaluara la importancia de la deshidratación en los alimentos, las ventajas y desventaja de utilizar este método. Se explica La línea para deshidratación osmótica en cada una de las etapas. En el tercer capitulo: Aditivos y envases. Se realizo una clasificación de los aditivos. Aditivos de conservación; son sustancias que impiden o retardan el proceso biológico de alteración. Aditivos mejoradores de las propiedades sensoriales y Auxiliares tecnológicos de fabricación; están las enzimas, agentes clarificantes y estabilizantes entre otros. El principal objetivo del empaque de alimentos es proteger los productos del daño mecánico y de la contaminación química, microbiana y del

	oxígeno, el vapor de agua y la luz, en algunos casos. El tipo de empaque utilizado para este fin juega un papel importante en la vida del producto, brindando una barrera simple a la influencia de factores, tanto internos como externos. Este tema es tratado en el capitulo tercero. El estudiante tiene la posibilidad de conocer las materias primas para embalajes y empaque, también las funciones y especificaciones de los envases utilizados en la industria de frutas y hortalizas.
Intencionalidades Formativas	1. Conocer las principales características de los productos preservados por contenido de sólidos. 2. Determinar las operaciones básicas involucradas en el procesamiento de jugos, néctares y concentrados de frutas. 3. Conocer los parámetros físicos, químicos y sensoriales que establecen la composición de los productos conservados con alto contenido de sólidos 4. Establecer las características y función de los ingredientes y aditivos utilizados en los diferentes procesos. 5. Determinar métodos de control de calidad de las materias primas y producto terminado. 6. Aplicar los métodos adecuados para el acondicionamiento de la fruta.
CAPITULO 7	**Productos de la IV Gama**
Lección 31	Fundamentación.
Lección 32	Productos para la IV Gama
Lección 33	Materias Primas y Cadena de frio en hortalizas IV Gama
Lección 34	Diagrama de proceso hortalizas de la Gama IV
Lección 35	Descripción del proceso II
CAPITULO 8	**Deshidratados y conservas**
Lección 36	Deshidratación osmótica
Lección 37	Línea general para deshidratación osmótica
Lección 38	Descripción proceso de deshidratación
Lección 39	Conservas vegetales
Lección 40	Descripción proceso

CAPITULO 9	**Aditivos y Empaques**
Lección 41	Aditivos y coadyudantes
Lección 42	Mejoradores de las propiedades sensoriales
Lección 43	Empaque para frutas y hortalizas frescas
Lección 44	Empaque para producto procesado
Lección 45	Uso de empaques dinámicos

CAPITULO 7. PRODUCTO DE LA IV GAMA[15]

Actividad Inicial.

- ***Realice su propia definición de productos de la IV Gama***
- ***Determine la importancia de estos productos en el mercado Colombiano.***

Lección 31. Fundamentación

En los momentos modernos el consumidor demandan alimentos vegetales, frutas, hortalizas y derivados de apariencia natural y con un valor nutricional semejante al de los productos frescos, sin aditivos químicos, microbiológicamente seguros y de una elevada calidad y que, al mismo tiempo, estén listos para su consumo de forma inmediata. De esta forma se pueden definir como frutas y hortalizas de IV gama aquellas con una vida útil más larga que los productos frescos, transformadas ligeramente pero que mantienen las características del producto fresco. Los productos de IV gama o mínimamente procesados constituyen un grupo de alimentos que se encuentran en alza en la actualidad.

Estas materias primas deben ser sometidos a un procesado mínimo o a una combinación de procesos mínimos, que hacen uso del concepto de la tecnología de limitantes . Dentro de las denominadas que se pueden emplear para optimizar el proceso de elaboración y / o estabilización de estos alimentos se encuentran

[15] Proceso de elaboración de alimentos y bebidas. María Teresa Sánchez. AMV. Ediciones 2003.

tecnologías tradicionales (refrigeración, envasado en atmósferas modificadas, etc.), tecnologías emergentes (aplicación de alta presión, pulsos eléctricos, etc.) y tecnologías que incluyen el empleo de envases activos.

Las hortalizas de la IV Gama son productos seleccionados, cortados, lavados y envasados, que se conservan bajo cadena de frío. Se trata, por tanto, de alimentos frescos y listos para ser consumidos. El producto mantiene sus propiedades naturales y frescas, pero con la diferencia que ya viene lavado, troceado y envasado. Tiene una fecha de caducidad de alrededor de 7 a 10 días. Pasada esta fecha de caducidad no se debe consumir el producto.

Se denominan así siguiendo la evolución de los ya conocidos: productos frescos enteros (1 Gama), en conserva (II Gama) y congelados (III Gama). Actualmente se puede hablar incluso de una V Gama formada por los productos aliñados o precocinados.

El objetivo principal de la IV Gama es responder a un problema del consumidor: las molestias ligadas a la preparación de ciertos vegetales (limpiado, cortado, lavado) tienen una influencia negativa sobre su consumo. A partir de esta premisa se concibe un producto que manteniéndose fresco, salvo estos inconvenientes se presente ya listo para su consumo. Por consiguiente el campo de aplicación de este nuevo concepto aparece circunscrito en un principio, a las hortalizas que requieren un mayor tiempo de preparación, principalmente aquéllas que se utilizan en ensaladas; aunque luego este campo se diversificará alcanzando a otras frutas y hortalizas.

Cada vez se tiene más interés en las hortalizas de pequeño tamaño, llamadas hortalizas mini, tanto por su especial atractivo como por su intenso sabor. Este tipo de hortalizas son adaptadas a las condiciones de invernadero obteniéndose así buenas calidades de las mismas lo que las hace ideales como hortalizas para "IV Gama". Entre estas hortalizas tenemos espinacas baby, apios pequeños y mini zanahorias, lechugas baby, etc.

La clave principal para el proceso radica en la calidad de la materia prima, en no romper la cadena de frío y por último en tener en cuenta la fecha de caducidad del producto.

Cada vez es más la fuerza que presentan los productos procesados IV Gama en el mercado y de hecho surge el estudio de un buen diseño de sus envases. Hasta ahora se ha empleado el formato tradicional de empaquetado de productos frescos, pero se requiere hacer envases más específicos que puedan combinar

varios productos en una sola bandeja, bolsa o tarrina sin que se mezclen los sabores.

En el proceso de acondicionamiento se presentan problemas en las hortalizas de la IV Gama derivados de su condición de producto perecedero, como del tratamiento al que se ven sometidas.

Los productos vegetales son organismos vivos que mantienen procesos fisiológicos post-recolección. Las hortalizas, en general, por su elevada actividad metabólica y su gran sensibilidad al desarrollo de microorganismos son alimentos de una corta vida potencial de conservación. Particularmente en el caso de las hortalizas de hoja, su elevada relación superficie/volumen y la alta porosidad de sus tejidos favorecen el intercambio gaseoso aumentando los fenómenos de transporte y respiración, lo que acentúa más su carácter perecedero.

A ello hay que añadir el tratamiento específico que sufren las hortalizas que incluye una serie de operaciones de acondicionamiento (sobre todo, cortado y secado) que aumentan su actividad fisiológica y pueden favorecer el desarrollo microbiano. Así, el principal inconveniente de las hortalizas troceadas frente a las enteras es el gran número de roturas de paredes celulares que se producen. Las células quedan más desprotegidas, por lo que aumenta la respiración, se pierde más agua y se aceleran las reacciones de oxidación enzimáticas que provocan un pardeamiento a nivel de los cortes. Además, los microorganismos encuentran en estas superficies lugares idóneos para desarrollarse, por lo que se multiplican los riesgos de pudrición.

Finalmente, se pretende obtener un producto que se mantenga sano y fresco, con una duración de conservación de al menos de una semana, con una alta calidad sensorial y microbiológica y sin añadir aditivos y conservantes.

Es evidente que para conseguir todo ello hay que actuar en todas las etapas del proceso productivo:

- Seleccionando variedades con escasa aptitud de pardeamiento y, en general, disponiendo de una buena materia prima.
- Mejorando los sistemas de acondicionamiento y realizando una fabricación higiénica.
- Proceso en línea de cadena de frío.

Lección 32. Productos para la IV Gama

Entre los productos principales están las hortalizas de hoja: escarolas, lechugas y coles; de hecho son las que mejor se identifican con este nuevo concepto, convirtiéndose las mezclas de ensaladas en el producto más vendido. Hoy día, se buscan variedades que aporten colorido a las mezclas: achicorias rojas y se diversifica la oferta: endivias o achicorias de Bruselas, etc.

Al mismo tiempo se ha desarrollado la producción de otras verduras como acelgas, espinacas, borrajas y cardos. También pueden encontrarse hierbas aromáticas como albahaca y perejil.

Otro grupo de productos aparece bajo distintas formas de presentación: rallados, en rodajas, en láminas, en dados, etc. Son fundamentalmente: zanahoria, remolacha, apio, puerro, nabo, coliflor, patata, cebolla, champiñón, etc. Pueden comercializarse bien solos o bien agrupados en mezclas para sopas o potajes. Entre las hortalizas aprovechables por sus frutos se encuentran: tomate, pimiento, berenjena, pepino, calabacín, e incluso melón en forma de cubitos.

Planta de elaboración de hortalizas IV Gama

El número de hortalizas que se pueden incluir es bastante amplio; sin embargo la diversificación tropieza con un grave inconveniente económico como es el alto coste de inversión que representa la maquinaria. Es por ello por lo que la planta a diseñar adoptará una única línea dedicada al procesado de hortalizas de hoja que, a pesar de su especificidad, permitirá elaborar una gama razonable de productos: escarolas, lechugas, coles, acelgas, y espinacas.

Además, se tiene en cuenta que ésos son los productos que mejor se adaptan a las ventajas de de ese nuevo concepto; son, también los de más fácil introducción en el mercado y en definitiva, constituyen la mayor proporción de las ventas. Atendiendo a lo expuesto anteriormente, se proponen las siguientes líneas de productos.

- **Línea de ensaladas**

Las ensaladas son el producto más representativo de la IV Gama y, entre ellas, las mezclas se presentan como el producto estrella. Alcanzan las más altas tasas de satisfacción e intención de compra y constituyen la mayor cuota del mercado. Son

por tanto, imprescindibles en cualquier selección de productos. Precisamente por esto, la competencia es más dura y se hace necesario diversificar.

- ✓ Se proyectan dos líneas, escarolas y lechugas, que elaborarán:
- ✓ Mezcla de escarolas: escarola de hoja ancha, rizada y chicoria roja.
- ✓ Escarola de hoja ancha.
- ✓ Escarola rizada.
- ✓ Mezcla de lechugas: verdes y rojas
- ✓ Lechugas verdes.

- **Línea de Coles**

Las coles, que pueden consumirse crudas o cocidas, también tienen un hueco en este mercado. La posibilidad de encontrar variedades con hojas de diferentes coloraciones permite presentar una gama de productos más amplia que abarque las distintas exigencias de los consumidores: Coles verdes, blancas y rojas

- **Línea de verduras**

El campo de las verduras para IV Gama aún no está muy desarrollado, e incluso se esta pasando con ellas a la V Gama (cocidas). Aún así, para atender la tradición de su consumo y seguir una estrategia de diversificación que permita cubrir el calendario de producción es importante incluir estos productos dentro de la IV Gama. Además no hay que olvidar que se adaptan muy bien a las facilidades ofrecidas al consumidor: ahorro en el tiempo de preparación, reducción de espacio, eliminación de residuos y control sanitario. Se propone la elaboración de dos productos: Acelga y espinacas

Lección 33. Materias primas y cadena de frio.

Para elaborar los productos anteriormente citados será necesario disponer de las siguientes materias primas:

- **Escarolas**

Son la base de la IV Gama, ya que proporcionan un buen rendimiento tecnológico, alcanzan buenos porcentajes de blanqueamiento y se adaptan muy bien a la cadena de frío, no teniendo graves problemas de oxidación, ni microbiológicos. Por estos motivos se ha avanzado más en su selección y

existen, hoy día, diversas variedades adaptadas a las exigencias de este mercado. En este grupo se encuentra las de hojas anchas, algo onduladas con dentados

- **Lechugas**

Presentan más dificultades debido a la mayor fragilidad de sus hojas, a la pérdida de turgencia si no se integran rápidamente en la cadena de frío y a los mayores riesgos de oxidación.

De ahí que se elijan variedades más resistentes de lechugas acogolladas *(Lactuca sativa, var Capitata,* L.) que forman un cogollo apretado de hojas, siendo éstas anchas, orbiculares, etc.

También, se buscan **lechugas rojas**, que aporten un tono rojizo a las mezclas. Esto se consigue seleccionando las variedades con mayor contenido en antocianinas como es el caso de algunas ***Batavias Rojas.***

- **Coles y repollos**

Las coles no son objeto de cultivos especiales para la IV Gama y se eligen entre las destinadas al mercado en fresco; prefiriéndose, eso así, las variedades de col-repollo más pesadas (de unos 2 kg de peso) por ser más fáciles de manipular.

Pertenecen a la variedad botánica *Brassíca oleracea varo Capítata* D.C., en la que se engloban todos los repollos de hoja lisa. El color de las mismas puede ser de distintos tonos verdes, más o menos blanquecinas y rojizas o moradas.

- **Acelgas**

No tienen ninguna característica específica para la IV Gama; se toman del mercado en fresco.

Se encuadran en la variedad botánica *Befa vulgarís varo Cícla,* L. Sus hojas son bastantes grandes, de color entre verde claro y muy oscuro, con pecíolos y enervación central muy pronunciados de color blanco.

Las variedades más extendidas pertenecen a los tipos Verde *de Penca Blanca* y *Amarilla* de *Lyón.*

- **Espinaca**

Son una de las hortalizas más utilizadas industrialmente. Con destino a la IV Gama se eligen entre las variedades del mercado en fresco y la industria.

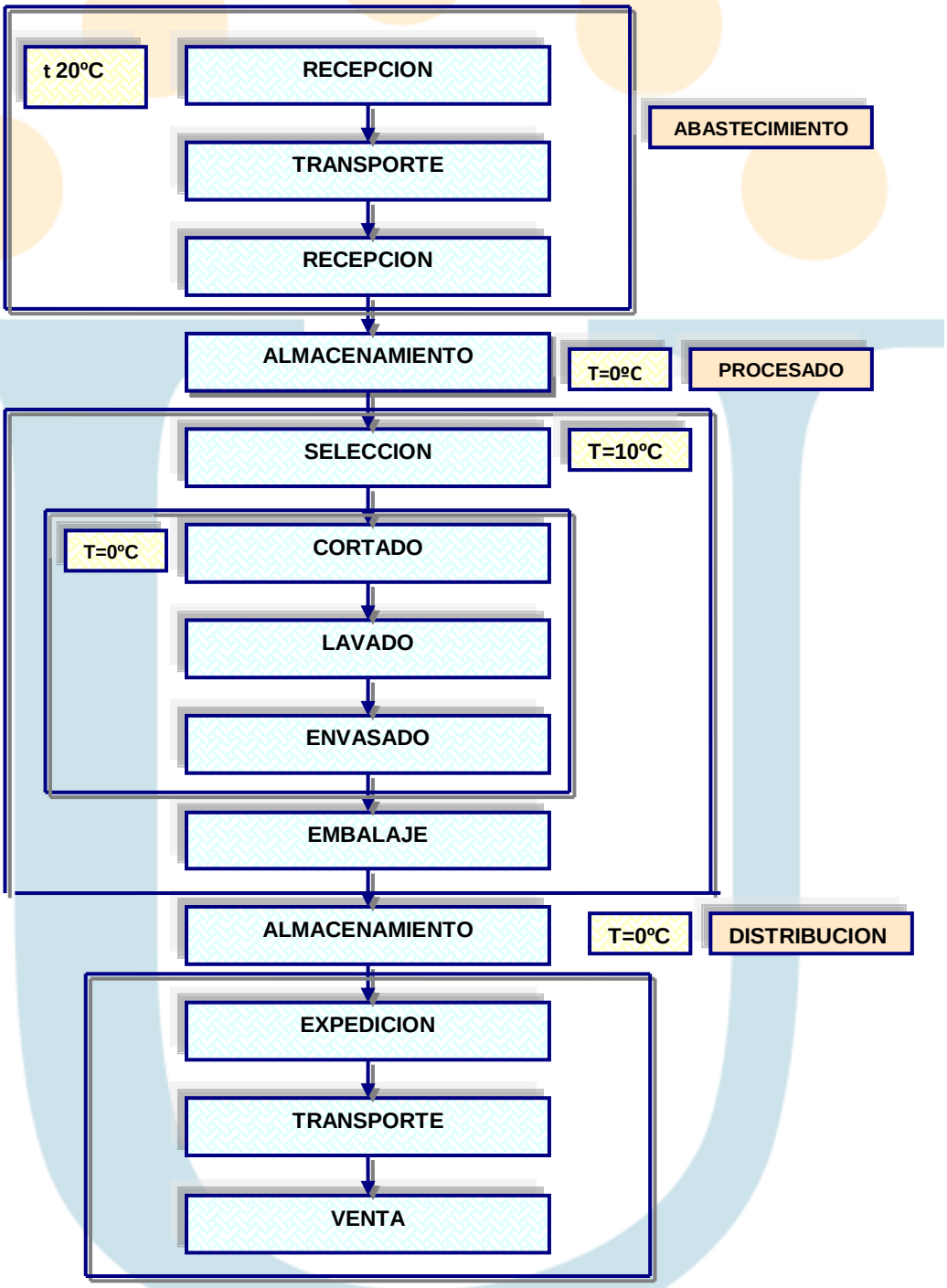
Cadena de frio en hortalizas IV Gama.

La cadena de frío (Figura 20) es la clave de la IV Gama: la cadena de frío deberá mantenerse a una temperatura no superior a los 4°C. Idealmente esta cadena debe empezar justo después de la recolección, continuar durante el proceso de elaboración y prolongarse hasta que el producto sea consumido. Los requisitos de frío precoz y frío continuo junto a una materia prima sana son las bases del llamado "trípode frigorífico" que permitirán asegurar la calidad del producto final.

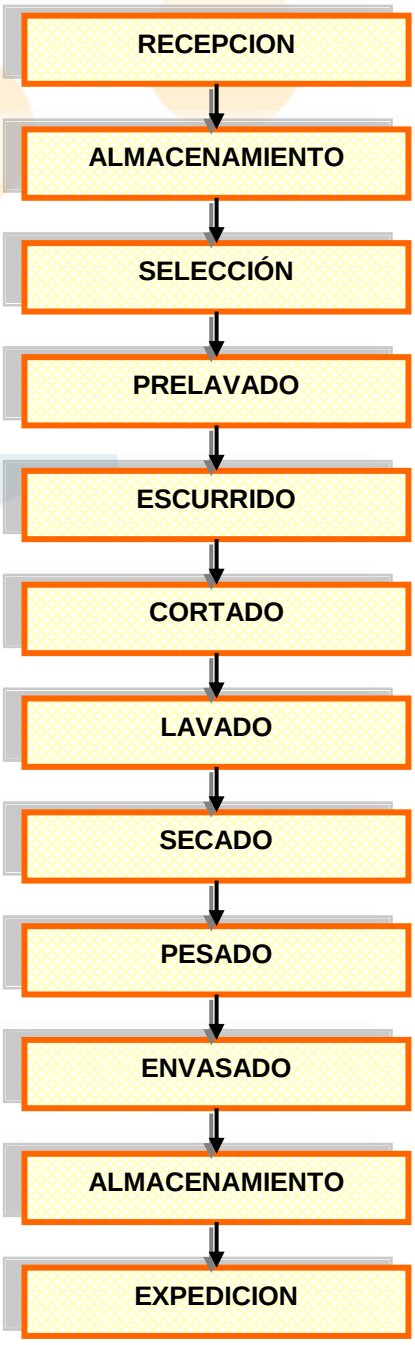
Su finalidad no es otra que la de preservar el producto fresco, para lo cual se trata de ralentizar los procesos fisiológicos post-recolección y el desarrollo microbiano, de forma que se retrase el mayor tiempo posible cualquier síntoma de oscurecimiento o pudrición.

A lo largo de todo el proceso que siguen los productos, se puede hacer una división de la cadena de frío en tres campos: abastecimiento, procesado y distribución.

Fig. 20 Cadena de frió de la gama IV



Lección 34. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de hortalizas de la Gama IV.



Descripción del proceso.

La materia prima se recolecta cuando se alcanzan las condiciones óptimas de su madurez. La recolección y selección de la materia prima es un paso muy importante para obtener un producto atractivo y de alta calidad para su distribución en el mercado.

Luego de la recolección y descargada son sometidas a los controles de entrada, las hortalizas pasarán inmediatamente a la cámara de recepción, que se encuentra a O°C y 90% de H.R., de forma que alcancen con rapidez su temperatura de conservación. En dicha cámara no deberán permanecer más de un día en espera de ser procesadas.

Para mantener una línea de frío continua a lo largo del proceso de elaboración, todas las áreas de trabajo deberán estar refrigeradas. Las temperaturas óptimas propuestas se encuentran en torno a los 10°C tanto en las áreas donde se lleve a cabo la recepción y selección, como en aquéllas dedicadas al embalaje y expedición; mientras que desciende hasta los O°C en la sala donde se realicen las operaciones de cortado, lavado y envasado. Así mismo, se deberá emplear agua fría a 0° C para el lavado del producto y la maquinaria en contacto con él.

Hasta el momento de su expedición, el producto elaborado permanecerá en una cámara frigorífica a 0° C, manteniéndose en condiciones de conservación.

- **Recepción y Almacenamiento**

Descarga

Las hortalizas llegan paletizadas en cajas de plástico de 60, 40 y 25 cm. con un peso aproximado de 20 kg. en palets. A los embalajes se debe realizar una inspección para determinar el estado en que lleguen para evitar contaminación con el empaque y el producto.

Antes de su almacenamiento en la cámara frigorífica se llevará a cabo un Control de las materias primas tanto cuantitativo como cualitativo, en la recepción.

Así mismo, mediante muestreo al azar, se realizará un primer análisis cualitativo de las hortalizas, estableciendo el porcentaje de materia útil y el nivel de blanqueamiento, controlando u temperatura y buscando aquellos productos

considerados como defectuosos; si se aprecian signos de deterioro se realizará un examen más exhaustivo.

Almacenamiento

Una vez superados los controles, la materia prima pasa a la cámara frigorífica de recepción.

La materia prima podría ser procesada inmediatamente, evitando el almacenamiento de los productos que luego serán desechados. O pasar por una cámara de recepción a una temperatura de 0°C y 90% de HR. En ella, las hortalizas permanecerán 24 horas hasta alcanzar las condiciones de conservación, integrándose después en la cadena de frío que engloba todo el proceso. Por otro lado, no es conveniente prolongar más de un día el almacenamiento, ya que se estaría consumiendo parte del período de conservación, y por tanto, acortando el período de venta.

Las distintas especies y variedades serán agrupadas en la cámara de acuerdo con su orden de recepción, y para la rotación se seguirá el Sistema FIFO (first in, first out), es decir, los primeros en entrar son los primeros en salir.

- **Selección.**

Durante la fase de selección se preparará la materia prima eliminando los desechos y dejando sólo la parte útil para ser transformada. En el caso de las hortalizas de hoja, se buscan sobre todo, las hojas interiores más blancas, por lo que el acondicionado consistirá, básicamente, en la eliminación de las hojas externas o dañadas y en cortar por el troncho.

Se realizará la operación de forma manual sobre unas tablas habilitadas al efecto en las que se .dispondrá de un juego de cuchillos adaptados a estas funciones. El rendimiento de la operación depende del tipo de producto y de la habilidad del personal, pudiendo estimarse para las hortalizas de hoja una media de 0,9 a 1,0 kg. de materia prima por minuto y persona.

El porcentaje de desechos también varía mucho según las condiciones en que llegue el producto, influyendo factores intrínsecos al material vegetal como variedad o capacidad de autoblanqueo; y otros ajenos al mismo: meteorología, recolección, transporte, etc. En condiciones normales las pérdidas pueden cifrarse

en un 35-40%. Evidentemente, en estos valores influye también la rigurosidad del proceso de selección, que será determinante para equilibrar el costo y la cantidad de producto final.

El conjunto de selección estará formado por 3 cintas transportadoras de cloruro de polivinilo (PVC) alimentario montadas sobre un marco de acero inoxidable, situadas a distintos niveles:

- En la cinta superior se colocarán los productos ya acondicionados,
- La cinta intermedia llevará a la materia prima hasta los puestos de selección, y
- En la cinta inferior se recogerán los desechos.

La materia prima será transportada en una carretilla desde la cámara de recepción hasta el área de selección. Aquí en función del ritmo de trabajo, las capas de hortalizas serán volcadas en una tolva que alimenta a la cinta intermedia. En caso de preparación de mezclas de ensaladas, será en ese momento cuando se haga la dosificación necesaria para obtener los productos finales.

Para evitar los contactos entre materias primas, productos acondicionados y desechos, cada uno de ellos irá por una cinta transportadora distinta que, además será sometida a lavado continuo con agua fría clorada.

Las cajas de hortalizas una vez vaciadas en la tolva de alimentación, serán lavadas y dispuestas en el almacén de envases vacíos proyectado para tal fin.

El personal deberá respetar todas las normas de higiene, tanto en lo que respecta a la manipulación del producto como a su indumentaria, que será exclusiva para el trabajo, estando compuesta por: ropa de abrigo, botas, guantes, cofia y mascarilla.

- **Cortado**

Después de la selección y tras un lavado previo, las hojas de las hortalizas se trocearán en forma de tiras. El motivo de efectuar el cortado después del prelavado es el de evitar la contaminación de la superficie de corte con los microorganismos procedentes de la superficie exterior.

Se trata de una operación delicada ya que provoca una desorganización celular y un aumento de la actividad fisiológica del producto, llegándose a duplicar y hasta cuadruplicar su intensidad respiratoria como respuesta al "stress" de corte.

En estas condiciones es importante mantener la temperatura de las hortalizas por debajo de los 4°C para detener ese aumento de actividad. De esta forma, la temperatura de la sala de procesado se fijará en 0°C al objeto de limitar el posible aumento de la temperatura del producto a lo largo del proceso de elaboración.

Se dispondrá para la realización de esta operación de una cortadora tipo bidimensional, con doble Juego de cuchillas de acero inoxidable, de forma que permita la obtención de tiras de longitud y anchura deseadas. Dichas cortadoras están especialmente adaptadas a la resistencia de las hortalizas de hoja y a la forma de corte requerida.

Desde una tolva, la hortaliza se dirigirá hacia la cabeza de corte mediante una cinta transportadora y será arrastrada bajo las cuchillas por medio de un rodillo de alimentación. Este primer juego de cuchillas, la corta longitudinalmente, de forma que su separación .determinará la anchura de las tiras; a continuación, un segundo Juego de cuchillas cruzadas la corta transversalmente determinando la longitud de las mismas. Se podrán ajustar 4 separaciones 8, 12, 24 y 32 mm.

Tanto el avance de la cinta de alimentación como la rotación de las cuchillas serán conducidas por un motor con velocidad regulable para evitar falsos cortes y reducir el riesgo de magulladuras. Así mismo, para prevenir el desarrollo microbiano, la cinta y las cuchillas serán lavadas continuamente con agua fría clorada.

Lección 35. Descripción del proceso II.

- **Lavado y prelavado**

La secuencia de las operaciones de lavado obedece al criterio de organización del proceso de forma tal que se optimicen las condiciones higiénicas. Así, después de la selección se realizará un prelavado seguido de un escurrido, antes de que las hortalizas lleguen a la cortadora y, a continuación de ésta, se efectuará un nuevo lavado y se terminará con un enjuagado.

Con ellos se persiguen dos objetivos:

- Eliminar toda traza de tierra y cuerpos extraños para obtener un producto completamente limpio.
- Desinfectar las hortalizas para obtener un producto inocuo.

Para eliminar las impurezas se utilizará una lavadora de inmersión con borboteo de aire, lo que permite realizar la operación sin choques violentos, mientras que la desinfección se *lle*vará a cabo añadiendo cloro al agua de lavado en condiciones que aseguren el mantenimiento de la calidad microbiana.

Condiciones de lavado

- Temperatura

El agua de lavado se enfriará hasta una temperatura de O°C, ayudando a mejorar la acción del cloro.

La adición de cloro al agua constituye un sistema eficaz para desinfectar productos como las hortalizas que llegan muy contaminados del campo. Ahora bien, la eficacia desinfectante de una solución clorada está ligada a diferentes parámetros, siendo los más importantes: concentración, tiempo de contacto y pH.

- Concentración de cloro

Los ensayos de diferentes tratamientos sobre la flora aeróbica mesófila y coliformes fecales demuestran una mejora progresiva de la calidad microbiana con dosis de cloro entre 20 y 50 ppm, sin que valores superiores se muestren más eficaces. Por consiguiente se fijará una concentración de cloro de 50 ppm para la operación de lavado.

- Tiempo de Contacto

A concentraciones débiles de cloro, la prolongación del tiempo de contacto con las hortalizas permite mejorar la desinfección, pero con una dosis de 50 ppm los microorganismos son eliminados rápidamente y será suficiente mantener un contacto de 1 a 2 minutos en las lavadoras para obtener unos buenos resultados.

- pH de la solución

La acción del cloro se ve favorecida en medio ácido, sobre todo cuando las concentraciones son bajas, no influyendo tanto valores mayores o iguales a 50 ppm. No obstante se mantendrá un pH de alrededor de 6 para asegurar la acción del cloro en caso de bajada accidental de su concentración y para minimizar los problemas de acumulación de sedimentos en medio alcalino.

Prelavado

Se efectuará en una lavadora hidroneumática constituida por una cuba de acero inoxidable con sistema de borboteo de aire.

Para obtener el mejor resultado posible hay que evitar diluir la suciedad y las sustancias extrañas a todo lo largo de la lavadora; por consiguiente la cuba estará dividida en 3 secciones separadas, cada una de ellas con su propia entrada regulable de agua limpia, salida de agua sucia y entrada de aire comprimido. Un dispositivo permitirá la regulación de la velocidad de avance del producto de modo que se ajuste al tiempo de contacto deseado. Así mismo, el sistema de inyección de aire se adaptará al grado de suciedad de la materia prima.

- **Escurrido, enjuagado, secado**

La salida de las hortalizas de la lavadora y su transporte hasta la cortadora se harán por medio de una cinta inclinable de mallas que permite el escurrido.

Las cintas de mallas serán de acero inoxidable, estarán conducidas por un motor con velocidad variable y estarán equipadas con una cubierta protectora superior y una tubería de recogida de agua.

Enjuagado

Con objeto de eliminar los restos de cloro de la superficie de las hortalizas, a continuación de la lavadora se ubicará una cinta inclinable de mallas con dispositivos de pulverización para efectuar el enjuagado.

El producto se desplazará sobre la rejilla sometido a la acción de una serie de chorros de agua a presión. En este caso, se empleará agua limpia no clorada.

Secado

Tras el enjuagado, las hortalizas serán sometidas a una operación de secado antes de ser pesadas y envasadas, con objeto de eliminar los restos de agua de su superficie, evitando el exceso de humedad en el interior del envase.

Para ello se utilizará el sistema de centrifugación: el producto se introduce en un tambor metálico con rejillas que giran a gran velocidad permitiendo la salida del agua y proporcionando un buen nivel de secado.

El equipo de secado estará compuesto por los siguientes elementos:

Una cinta transportadora para la alimentación alternativa de las secadoras, realizada en PVC alimentaría y montada sobre un marco de acero inoxidable, y movida con un motor de velocidad variable. Y dos secadoras automáticas con tambor de fondo móvil.

- **Carga, secado, descarga, pesado y envase**

La cinta transportadora alimentará alternativamente cada una de las dos secadoras, invirtiendo en cada ciclo su sentido de avance y volcando el producto sobre el tambor correspondiente.

Durante el proceso de carga, la velocidad de rotación será lenta, y función de la velocidad de alimentación.

Secado

Una vez que esté lleno el tambor, se interrumpe la alimentación y se acelera progresivamente su rotación, lo que hará posible la evacuación del agua por el principio de centrifugación.

Para reducir los choques que eviten daños físicos, se ajustará la velocidad de rotación en función de la fragilidad del producto.

Descarga

Transcurrido el tiempo previsto, función del nivel de secado necesario, disminuye la velocidad de rotación y se eleva el fondo móvil del tambor gracias al sistema neumático de subida. De esta forma, sin llegar a la parada completa, se procede a la descarga del producto seco a través de una corona giratoria que lo conduce hacia el cuello de descarga donde será volcado sobre la tolva de alimentación de la pesadora.

Pesado

Esta operación, junto con el envasado, constituye el "cuello de botella" del proceso, por tanto, deberá emplearse un procedimiento rápido y preciso que asegure la capacidad final de la línea y cumpla los requisitos higiénicos.

En consecuencia se implantará el sistema de pesado asociativo cuyo principio de funcionamiento es el siguiente: se dispondrá de una serie de recipientes o células de pesado que serán llenadas simultáneamente hasta un peso parcial predefinido; un microprocesador calculará en cada momento la combinación óptima de un determinado número de ellas de forma que su asociación esté lo más próxima posible al peso final deseado.

Este es un sistema limpio, que alcanza una capacidad elevada, con una gran precisión de pesada y que permite abarcar una amplia gama de pesos.

Para los envases destinados a consumo familiar se establecerán pesos de 150 g y de 250 g (siendo ésta última la referencia básica); mientras que con vistas al mercad!) de la restauración y las grandes colectividades se podrían fijar pesos superiores: 500 g, 1.000 g y hasta 2.000 g.

Envasado

La venta de estos productos IV Gama se realiza necesariamente en envases tales como bolsas, bandejas recubiertas por una película de plástico y tarrinas.

Se envasan en atmósfera modificada. El envasado en atmósfera modificada de productos frescos y procesados mínimamente (EAM) proporciona la suficiente concentración de 02 y C02 en el envase para así ir reduciendo de forma progresiva la velocidad de respiración de los productos sin llegar a inducir la

anaerobiosis. Posteriormente se disminuye la temperatura del envasado para aumentar la vida del producto fresco procesado.

Se dispone de una envasadora a tracción de relleno vertical debajo de la pesadora asociativa, de forma que el microprocesador sincronice el funcionamiento de ambas.

El equipo permite preparar envases de 150 g a 2 kg de peso, con una velocidad de llenado de 60 bolsas de 250 g por minuto.

- **Embalaje, almacenamiento y salida.**

Empacado

En el área de embalaje, las bolsas de producto elaborado se acumularán en una mesa rotativa de acero inoxidable donde, en primer lugar se procederá al etiquetado.

En la etiqueta se indicará:

- Denominación de la venta
- Lista de ingredientes
- Peso neto
- Fecha límite de consumo
- Temperatura de conservación
- Modo de empleo
- Nombre o razón social, dirección, número de registro del fabricnte.

A continuación, las bolsas de plástico serán empaquetadas en cajas de cartón.

Se dispondrá de una máquina formadora de cajas con un sistema mecánico neumático que despliega y abre los cartones dando forma a la caja y después la cierra por su fondo.

El llenado de cajas se hará de forma manual por operarios que colocarán las bolsas en el interior de la caja previamente formada, la cual, posteriormente, será cerrada por su parte superior y trasladada, mediante un transportador de rodillos, hasta el punto de paletización.

Almacenamiento

El producto elaborado se almacenará en una cámara frigorífica hasta el momento de su expedición. Dicha cámara estará a una temperatura de 0°C de forma que se mantenga en condiciones de conservación. El tiempo de permanencia en estas condiciones deberá minimizarse para acortar el período de consumo, por tanto, el ritmo de elaboración deberá estar sujeto a las expectativas de comercialización.

Los productos serán almacenados en la cámara de expedición agrupándolos en lotes de las mismas referencias y siguiendo su orden de elaboración. Al igual que en la cámara de recepción, el criterio de rotación lo marcará el sistema FIFO.

Salida

En función de las órdenes de pedido recibidas y atendiendo a la estrategia de comercialización se irá dando salida a los productos de la cámara de expedición.

El área de expedición estará refrigerada a una temperatura de 10°C. La carga de los productos elaborados se efectuará de forma y la distribución hasta los puntos de venta se hará por medio de camiones frigoríficos, a fin de mantener la cadena de frío.

Actividad Final.

- Realice nuevamente la actividad planteada inicialmente y compare las respuestas.
- Realice un ensayo donde se a conocer la importancia de productos Gama IV

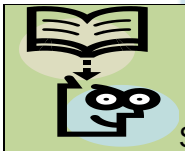
CAPITULO 8. Deshidratados y conservas

Actividad Inicial.

- ***De cuerdo a sus conocimientos, enumere algunas ventajas de la deshidratación osmótica***
- ***Qué sustancias pueden ser utilizadas como agentes osmodeshidratantes.***
- ***Cuáles son los principales usos de la deshidratación.***

Lección 36. Deshidratación osmótica

Otros de los sistemas empleados para la remoción de agua de los alimentos es la deshidratación osmótica. Esta técnica se basa en el fenómeno por el cual una solución concentrada de igual composición por medio de una membrana semipermeable, tiende a extraer el agua produciendo un efecto de concentración en la solución más diluida. El empleo de este proceso permite una disminución de agua disponible para el desarrollo microbiano, impidiendo el crecimiento de bacterias, hongos y levaduras.



Se puede deducir que a mayor concentración de solutos en un compartimiento, que puede ser una célula, mayor será la presión osmótica que posea, es decir mayor será su capacidad de absorber agua de la solución más diluida, de la cual esta separada por la membrana permeable al agua.

La aplicación de este sistema se utiliza en las pulpas de frutas por tener una estructura celular más o menos rígida que actúa como membrana semipermeable. Detrás de esta membrana celular se encuentran los jugos, que son soluciones diluidas, donde se hallan disueltos sólidos que oscilan entre el 5 a 18% de concentración. Si esta fruta entera o en trozos se sumerge en una

solución o jarabe de azúcar de 70%-75%, se tendría un sistema donde se presentaría el fenómeno de ósmosis.

Para calcular las presiones osmóticas. Se deben conocer los cambios de la presión de vapor de agua y los cambios de volumen de la solución con la variación de la concentración a una temperatura dada.

En el proceso de deshidratación osmótica se observan dos clases de flujo material: primero la difusión del agua del alimento hacia la solución y segundo la difusión del agua del agente osmótico de la solución hacia el interior del producto; esta es la forma más simple de presentar este fenómeno de intercambio puesto que con la difusión del agua del alimento pasan también algunos de los componentes solubles**.**

A concentraciones iguales, la presión osmótica de una solución depende de la naturaleza química del soluto. El poder osmótico de una sustancia se define como su osmosidad. La osmosicidad es el número de moles de cloruro de sodio por litro, necesario para obtener una solución de la misma presión osmótica de una solución desconocida. En la tabla 30 se relaciona la osmosicidad de diferentes solutos.

TABLA 30. Osmosicidad de solutos

SOLUTO	GRAMOS DE SOLUTO POR CIEN GAMOS DE SOLUCION				
	1	5	10	15	20
Cloruro de sodio	0,127	0,865	1,832	2,845	3,927
Cloruro de calcio	0,127	0,688	1,655	2,877	-o-
Etanol	0,166	0,611	1,288	2,031	2,857
Etileno Glicol	0,085	0,460	0,987	-o-	-o-
Propileno Glicol	0,069	0,378	- o -	-o-	-o-
Glicercol	0,058	0,315	0,679	1,088	1,552
Sacarosa	0,015	0.084	0,184	0,295	0,428
Maltosa	0,016	0,083	0,180	0,297	-o-
Lactosa	0,015	0,083	- o -	-o-	-o-
Glucosa	0,030	0,159	0,342	-o-	-o-
Fructuosa	0,030	0,159	0,342	0,550	-o-
Manitol	0,029	0,155	0,333	-o-	-o-
Ácido cítrico	0,033	0,172	0,360	-o-	-o-

Igual que los otros procesos de deshidratación, la reducción del peso por pérdida de agua se utiliza para controlar el proceso. Otro parámetro empleado es la dilución de la solución osmótica por el agua extraída del alimento. En la fase inicial del proceso de la pérdida de peso es muy rápida y tiende hacia un valor límite que presenta la máxima cantidad de peso perdido en las condiciones del proceso.

- **Las ventajas de la deshidratación osmótica**

1. La operación puede realizarse a temperatura y presión atmosférica
2. Las sustancias termosensibles no son alteradas por este método de extracción de agua, permitiendo la obtención de alimentos de sabor, aroma, color y textura similares a los materiales originales.
3. Los materiales y los equipos utilizados son simples y su costo de inversión es bajo.
4. La concentración del medio permite la inhibición de reacciones químicas indeseable, (pardeamiento enzimático y oxidaciones.)
5. La deshidratación osmótica permite también extraer con el agua cierta cantidad de ácidos orgánicos de la fruta. Permitiendo la obtención de un producto de sabor más suave y dulce que los obtenidos por las técnicas de termosecado.
6. El medio osmótico utilizado permite mejorar las características sensoriales del alimento**.**

Velocidad de deshidratación.

En relación a la velocidad de deshidratación, ésta no presenta un periodo de velocidad constante como en los procesos de secado convencionales; en la deshidratación osmótica el periodo de velocidad constante no aparece, desarrollándose todo el proceso a velocidad decreciente.

Los principales factores que influencian la velocidad del proceso son:

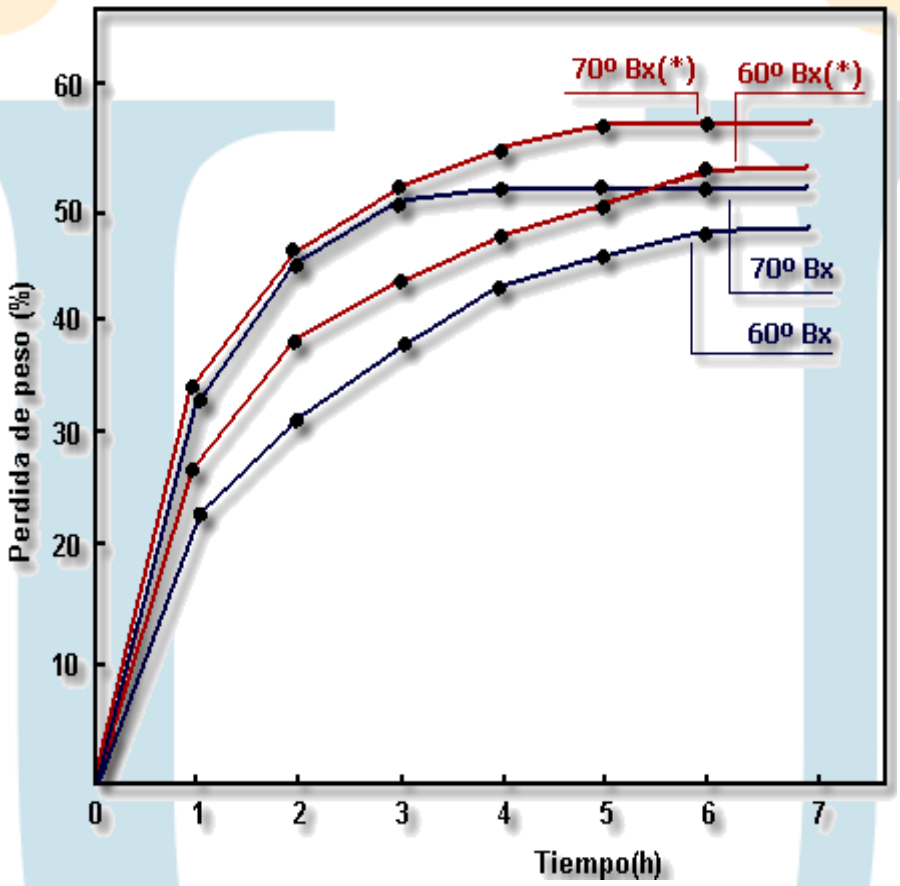
Factores que dependen de la fruta:

- Permeabilidad y características estructurales de las paredes o membranas celulares.
- Cantidad de superficie que se ponga en contacto con el jarabe
- Composición de los jugos interiores de la pulpa.

Factores que dependen de las características del jarabe:

- Composición
- Concentración

La concentración del jarabe influye directamente sobre la velocidad, porque al mantener una alta diferencia de concentraciones a lado y lado de la membrana, se incrementa la presión osmótica, se favorece el flujo de agua a través de la membrana para buscar el equilibrio. Lo anterior se puede ver en la figura. 21



* = Ajuste continuo de Bx (Lerici, 1977). Unal-Icta.

Figura 21. Reducción porcentual de peso (% WR) en función del tiempo, muestras de manzana en cubos sumergidos en una solución de sacarosa de diferentes concentraciones (en Bx).

Otros factores que afectan la velocidad del proceso son;

- Presión osmótica de la solución: Depende de la concentración del soluto y su osmosicidad específica
- Temperatura de la solución:

En general, el proceso se efectúa a temperatura ambiente, el incremento de la temperatura incrementa la migración de soluto, los valores máximos utilizados son de 45 a 50ºC, para evitar la alteración de los componentes tremo-sensibles.

El aumento de la permeabilidad produce una mayor velocidad de deshidratación.

- Presión:

La operación se realiza a presión atmosférica normal, la reducción de la presión (vacío) está muy controvalida, por una parte permite una desaireación rápida de los tejidos del futuro y un embebimiento de soluto del medio osmótico. Por el contrario si el vacío se efectúa moderadamente permite mantener concentración máxima de la solución y reduce la resistencia al intercambio de sustancias en la interfase sólida-líquido, aumentando la velocidad del proceso Para mantener regulada la presión osmótica en la interfase alimento/solución se requiere una relación adecuada entre el peso del alimento y el peso de la solución; el sistema debe agitarse continuamente y se debe conservar la concentración de la solución.

Es muy importante anotar que a mayor superficie de contacto aumenta la velocidad del proceso, la que mejora por reducción de tamaño el alimento sólido; en el caso de realizar el tratamiento con frutas enteras, los procesos de reducción de la barrera de la piel o la corteza (tratamiento con álcali o pelado) aumenta la permeabilidad.

Lección 37. Línea general para deshidratación osmótica

Lección 38. Descripción proceso deshidratación.[16]

- **Adecuación de la materia prima.**

Se realiza primero la selección de la variedad apropiada teniendo en cuentea los parámetros de calidad. Es importante seleccionar el producto para retirar las materias primas rotas, magulladas o infectadas de mohos y contaminación microbiana; también se debe clasificar de acuerdo al grado de maduración: la unidades sobre maduras, las verdes y las pintonas. La fruta seleccionada debe poseer estructura celular rígida o semi rígida, pulpas rígidas no se utilizan.

Frutas en trozos

1) **Fruta entera:**

Dependiendo de la naturaleza de la corteza, el tratamiento con hidróxido de sodio, el pelado mecánico aumenta la permeabilidad o escaldarlas por un tiempo de 2 minutos con el fin de ablandarla.

2) **Fruta en trozos:**

El tamaño de la fruta tiene influencia directa sobre el desarrollo del proceso. Una reducción de tamaño permite una velocidad de deshidratación mayor debido al aumento de la superficie de intercambio; la forma en cubos es la que ofrece mayores resultados en comparación con los segmentos o tajadas, esta última tiende a favorecer la adhesión de la fruta y a prolongar el tiempo del proceso.

- **Escaldado**

El escaldado realizado en este proceso, no cumple con su propósito principal de inactivar las enzimas totalmente, solo lo hace superficialmente debido a la temperatura y tiempo utilizado. Se efectúa uno de los objetivos específicos de esta operación como es el de reducir la contaminación microbiana del producto, que debido a las operaciones de manejo de las operaciones y transporte es por lo general muy alta en nuestro medio.

- **Deshidratación osmótica:**

A la fruta preparada, se le aplica el proceso de deshidratación osmótica. Para eliminar el agua presente en el tejido celular se utiliza un agente osmodeshidratante; teóricamente existe una gran cantidad de agentes osmóticos,

[16] Guzmán y Segura. Tecnología de Frutas y hortalizas. Unad.

como éste se difunde al interior del alimento es necesario que sea compatible con sus características sensoriales; por las razones anteriores en la práctica los agentes osmodeshidratantes que se pueden emplear son limitados, entre los que se encuentran:

Sacarosa	Melaza
Glucosa	Maltosa
Fructuosa	Lactosa
Azúcar invertido	Sorbitol
Miel	Glicerol
Jarabe de maíz	Cloruro de sodio

a- Sacarosa en polvo: Se utiliza en relación en peso 1:1, permite una buena velocidad de deshidratación, con el inconveniente técnico de necesitar una buena agitación o contacto entre el azúcar, la fruta y el jarabe que se va formando por la deshidratación del producto.

b- soluciones de azúcares.(Glucosa, fructuosa, azúcar invertido, miel, jarabe de maíz, melaza y maltosa). La concentración de estas soluciones debe ser razones técnicas y estabilidad microbiológica superior a 60ºBx. El soluto más utilizado por razones económicas, debido a su bajo costo es la sacarosa o azúcar común.

c- Lactosa: Posee como ventaja que es menos dulce que la sacarosa, sin embargo su utilización como agente osmótico es limitada debido a su baja solubilidad.

d- Sorbitol, Glicerol: El empleo de los polialcoholes (sorbitol, glicerol), debido a su peso molecular menor que el de los azúcares, permite un gradiente osmótico más elevado aumentando la velocidad de deshidratación y mejorando las características sensoriales; sin embargo se presentan dudas respecto a su inocuidad fisiológica.

e- Cloruro de sodio: El cloruro de sodio puro se utiliza en Colombia para la osmodeshidratación de la carne y el pecado con el inconveniente de presentar un Producto final con el sabor medio salado. Para la osmodeshidratación de las hortalizas se mezcla con sacarosa limitando su concentración al 10%.

La fruta entera o en trozos se coloca dentro de medio osmodeshidratante que generalmente es jarabe de sacarosa o glucosa con una concentración de 70ºBx, al cual se le adiciona el 1% de ácido ascórbico: el pH del jarabe es 3,0 a 3,3, la temperatura utilizada puede ser entre 25 y 30ºC, el tiempo de duración depende del tamaño del material: gasta dos y cuatro horas para cuartos de fruta y de treinta a cuarenta minutos para cubitos de 12 mm de lado. La fruta debe agitarse suavemente, para favorecer el intercambio hasta que la concentración del jarabe alcance 60ºBx por debajo de esta concentración al jarabe debe ajustarse entre 68 y 70ºBx, ya sea por adición de azúcar, o por concentración. Dependiendo de las características de la fruta esta tiende a ganar del 2 al 4% de sólidos y aún el doble de este valor, lo que confirma que el sistema tiende al equilibrio.

De las experiencias realizadas se ha observado que hay un paso de la fruta, cuando se utiliza jarabe de solo glucosa y de la misma manera la glucosa o fructuosa pasa al jarabe cuando la fruta se trata con jarabe de solo sacarosa; muy importante es la salida de ácido de la fruta lo cual mejora sus características sensoriales. De esta manera concluimos que para efectuar un proceso en forma ideal (solamente salida de agua) debemos emplear un jarabe de composición de solutos igual a la del fruto, esto puede utilizando el jugo filtrando y concentrando de la misma fruta a tratar, la realización del mismo jarabe osmodeshidratante tiende a igualar su composición a la de la fruta tratada, por esto después de haber sido usada en varios tratamientos puede usarse en la elaboración de jugos de fruta.

- **Recirculación y mantenimiento de la concentración osmótica:**

La recirculación del jarabe requiera la utilización de una bomba de caudal suficiente para asegurar la agitación e intercambio del jarabe en la interfase con el producto. El jarabe puede ser concentrado utilizando un evaporador paralelo continuo o un evaporador de múltiple efecto discontinuo; de la misma manera se puede equilibrar nuevamente el medio osmótico por la adición de jarabe fresco de concentración más alta o sacarosa anhidra, la opción de escoger la sacarosa evita el aumento de volumen.

- **Separación del medio osmótico:**

Una vez que la fruta ha alcanzado una reducción del 50% del peso, se retira la solución osmótica por filtración o decantación. Una reducción de peso inferior a este valor demanda mucho tiempo debido a la lentitud de la velocidad de remoción de agua.

- **Procesos complementarios:**

En combinación con la deshidratación osmótica, con el fin de obtener un producto de contenido de humedad bajo el secado del producto puede terminarse por medio de secadores de aire caliente al vacío o utilizando la liofilización.

Las frutas pueden deshidratarse hasta una humedad residual del 5 al 20% en un secador de aire forzado a una temperatura máxima de 80ºC dando como resultado un producto de estructura más rígida y más resistente a las fuerzas mecánicas.

El secado al vacío presenta también buenos resultados con a frita osmodeshidratada utilizando una temperatura entre 65 y 95ºC y un tiempo de secado de dos y media a seis horas y presiones de 0,3 a 1 mm de Hg, la temperatura del producto no debe ser superior a los 60º para evitar pérdidas de calidad**.**

TABLA No.35 CONDICIONES PARA LA DESHIDRATACION OSMOTICA DE FRUTAS

FRUTA	MEDIO OSMOTICO	RELACION MEDIO OSMOTICO	TEMPE.	TIEMPO	TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO	EFERENCIAS
Albaricoque Banano	Sacarosa 70ºBx Sacarosa 65-80ºBx Sacarosa granulada Azúcar invertido Al 75%	1:1+3/5 1:1+3/ 1:1 1:1+3/5	25ºC 25º a 30º 25 a 30ºC 25º a 30º	6 hr. + 6hr 6 hr 6 hr	Acid. De ácido ascórbic -o- o- -o-	Gliangiacom 1984 Rointing 1973 Rointing 1973 Rointing 1973
Breva Curaba Cereza Durazno Guayaba Mango verde	Sacarosa 70ºBx Sacarosa 70ºBx Sacarosa 70ºBx Cloruro de sodio 25%	1:1+3/5 1:1+3/5 1: -o-	25ºC 25ºC 20º a 25ºC	6 hr 6 hr 24 hr	-o- Acid. De ácido ascórbico	Leciri 1985 Lerici 1985 Hape y Vitale 1973
Mango maduro Manzana Papaya Piña	sacarosa 60º a 67ºBx sacarosa 60º 70ºBx Sacarosa 65º a 70ºBx Azúcar inv. 75% Sacarosa 65º a 80ºBx Azúcar invertido 75% Azúcar granulado	1:1+3/5 1:1+3/5 1:1+3/5 1:1+3/5 1:1+3/5 1:1+3/5	20 a 25ºC 45ºC 20 a 25ºC 20 a 25ºC 20 a 25ºC 20 a 25º	4 hr 4 hr +6hr +6hr +6 hr +6hr	Acid. De metabisulfito de sodio “ “ “ Acid de ácido ascórbico -o- -o- -o- -o-	Lerici y col. 1977 Pointing 1973 “ “ “ Pointing 1973 “ “ “

La liofilización ha sido utilizada a nivel de escala piloto con el fin de disminuir el tiempo de eliminación de agua con esta operación, muy costosa desde el punto de vista energético, se puede mantener completamente el valor calórico y sensorial del producto.

Envasado, pasteurización y operaciones comunes

Envasado: El envasado puede hacerse en bolsas plásticas pateurizables, en envases de vidrio o en hojalata. Las bolsas se cierran al vacío con la fruta previamente escurrida: en los envases de vidrio u hojalata se procede al llenado con un jarabe isotónico.

Pasteurización: La pasteurización es el único tratamiento térmico utilizado para esta clase de producto; tiene dos finalidades, mejorar la textura del material y eliminar las levaduras osmofílicas que son los microorganismos que se pueden desarrollar en este tipo de productos. Para las bolsas plásticas de 250 g recipientes de vidrio de 500 g ha dado buen resultado la pasteurización en agua a 65ºC durante cuarenta minutos; se ha ensayado también la inmersión de los trozos de fruta en jarabe isotónico a 75ºC para disminuir el tiempo del tratamiento.

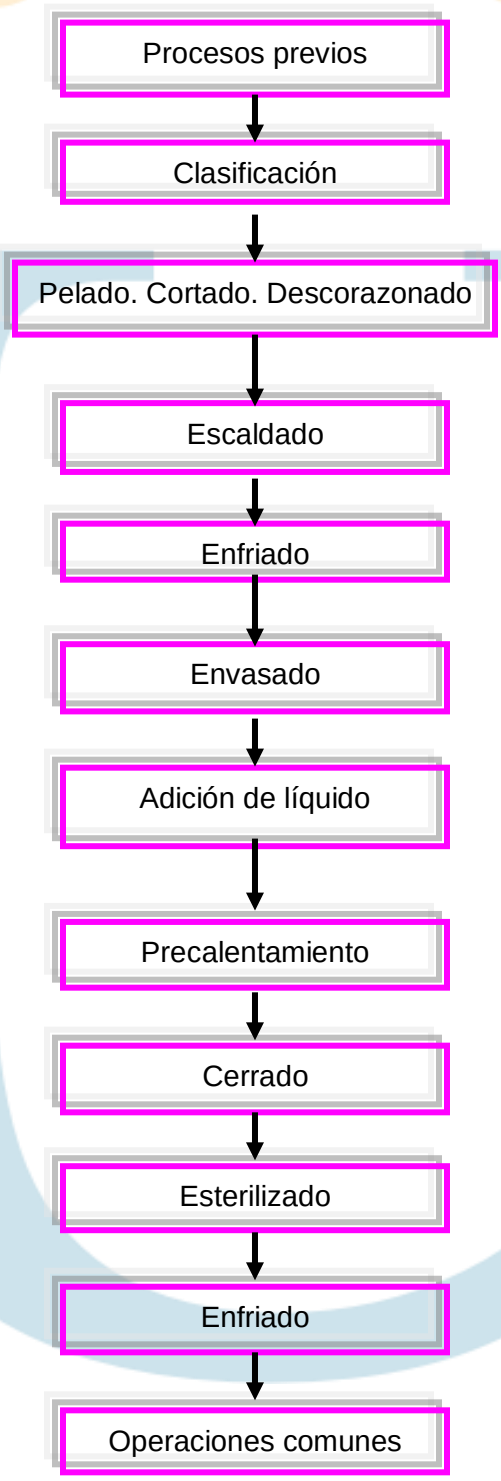
Operaciones comunes: (Almacenamiento, control de calidad, etc.)

Este grupo de operaciones comprende el embalaje, almacenamiento y control de calidad y se realizan de manera similar a los alimentos deshidratados por los métodos convencionales anteriormente descritos.

Usos: La deshidratación osmótica se ha utilizado hasta el presente, como un proceso parcial de preconcentración con el propósito de mejorar, las características sensoriales de los productos que van a ser deshidratados por métodos convencionales (aire caliente, vacío, liofilizado). Las frutas carnosas (duraznos, albaricoque, manzana, ciruela, piña, mango, banano) son las han dado mejores resultados debido a que poseen una membrana semipermeable apta para el proceso y conservan sus características en grado alto.

El producto osmodeshidratado puede emplearse para el consumo directo; sin embargo su utilización principal es en la industria alimentaría para pastelería, helados, yogurt, dulces y ensalada de frutas.

Lección 39. Conservas vegetales



Leccion 40. Descripción proceso conservas.

Fase preliminar.

- **Clasificación.**

Separar los materiales en base de algunas propiedades definidas con el propósito detener un producto de calidad. Entre las propiedades tenemos estado de madurez, color, sabor, aroma, ausencia de contaminantes, tamaño y forma.

- **Pelado, Cortado y descorazonado.**

El pelado es la eliminación de la piel, corteza o cubierta externa de las frutas y hortalizas.

El cortado se realiza para darle forma a las frutas y hortalizas en proporciones apropiadas según la conserva que se va a preparar.

El descorazonado consiste en la remoción de la semilla especialmente en las frutas.

- **Escaldado.**

Son las mismas características y objetivos explicados en los anteriores procesos. Se realiza a través de atmósferas de vapor de agua a un tiempo y temperatura determinada

- **Enfriado**.

Se realiza para bajar la temperatura, evitar la sobrecocción del producto y el crecimiento de termofilos.

- **Envasado.**

Se coloca el producto en los recipientes. Entre los más utilizados esta el vidrio, la hojalata y las bolsas. El envase en hojalata es el más usado a nivel industrial, por el manejo de la hojalata y su recubrimiento interno, se elaboran en diversas formas, la más común es la forma cilíndrica por su variedad de tamaño y se puede sellar en la máquina selladora.

Adición de líquido de llenado

El líquido cumple con las siguientes funciones.

- Facilitar la transferencia de calor
- Desplaza el aire
- Evita las oxidaciones del producto
- Mejora el sabor
- Homogeniza los ingredientes.

La transferencia de calor en los líquidos se transmite más rápidamente debido a las corrientes de conversión alcanzando en menor tiempo las temperaturas requeridas para los tratamientos, reduciendo la duración del proceso.

La adición del líquido desplaza el aire de los tejidos del producto que puede producir alteraciones y corrosión de la lata. Se evita el desarrollo de colores oscuros. Hay aumento del sabor de los vegetales tratados.

El liquido de llenado homogeniza los ingrediente permitiendo la incorporación de ellos: sal, azúcar, ácidos orgánicos y especies. Los líquidos de llenado pueden ser jarabes, salmueras, aceite, vinagre y salsas o agua ligeramente acidulada 0.1 a 0.2 de ácido cítrico.

Los jarabes. Se utiliza para agregarlos a las conservas de fruta. Se prepara empleando sacarosa, azúcar invertida, glucosa y jarabe de glucosa. La sacarosa se emplea refinada o sulfatada. El agua para la preparación del jarabe debe ser potable. Se recomienda preparar los jarabes con concentraciones altas por encima de 65ºBrix para que la presión osmótica elevada impida la contaminación.

La concentración de jarabes a utilizar depende de: 1) Acidez del producto: La concentración del jarabe es directamente proporcional a la acidez 2) Peso drenado de la pulpa 3) Textura y consistencia de la misma. A menor cantidad de peso drenado y consistencia blanda del producto debe aumentarse la densidad del jarabe para que su efecto amortiguador evite el golpe de la fruta en el envase.

La concentración final permite calcular la concentración aproximada del jarabe inicial a utilizar. (Formula)

$$Si = \frac{(F + S)\,s - Ff}{S}$$

Si = Concentración inicial del jarabe n grados Brix

s = Concentración final del jarabe en grados Brix

S = Peso del contenido de jarabe en el envase

F = Peso del contenido de fruta en el envase

La denominación de los jarabes se refiere al porcentaje de azúcar Peso/Peso y se clasifican en: liviano, mediano y pesado. A los jarabes se puede adicionar ácido cítrico (0.1 a =.2 %) para disminuir el pH y facilitar el proceso de esterilización.

La salmuera se prepara con cloruro de sodio sin la presencia de metales principalmente el cobre y el hierro, pueden producir precipitaciones u oscurecimientos del producto por la formación de tanatos; no debe contener sales de calcio que endurezcan el producto por la formación de pertatos, ni sulfatos que producen sabor amargo. Las conservas de hortalizas llevan una salmuera al 1 o 2 % y en algunos casos azúcar en pequeña cantidad para mejorar el sabor.

La concentraciópn de la salmuera se expresa por la densidad expresada en grados Baume o por densímetros llamado salómetros. Los líquidos de llenado antes de ser adicionados deben llevarse a temperaturas de ebullición para eliminar todo el oxígeno y se agregado a una temperatura superior a 85ºC, con el fin de desplazar el aire del espacio libre y disminuir la diferencia de temperatura con el tratamiento posterior

Precalentamiento y cerrado

El precalentamiento tiene como objetivo disminuir el aire disuelto por el producto y la formación de un vacío en el espacio libre del envase. El espacio libre es un volumen pequeño del envase que se halla sin llenar con el propósito de permitir la expansión del producto durante la esterilización por el aumento de temperatura. Se conoce con el nombre de espacio de cabeza. Si el recipiente se llena completamente el contenido se dilata por acción de la temperatura de esterilización. Temperatura de almacenamiento; esta expansión puede producir excesiva distorsión del fondo y la tapa por lo cual es necesario dejar un espacio sobre el espacio libre.

La operación de precalentamiento tiene otros objetivos como:

- ✓ Reducir la presión interna
- ✓ Producir un vacío parcial
- ✓ Eliminar el oxígeno
- ✓ Reducir el tiempo de esterilización.

Cerrado

Es colocar la tapa sobre el cuerpo del envase. El cerrado se efectúa en dos etapas: la primera se conoce con el nombre de primera pestaña consiste en doblar la pestaña de la tapa contra el interior de la pestaña del cuerpo formando en la parte inferior del mismo un semi círculo. La segunda etapa se conoce con el nombre de segundo pestañado consiste en comprimir los dobles de la primera operación para que las láminas queden totalmente ajustadas.

El cierre se puede realizar en máquinas manuales, semimanuales y automáticas.

Esterilización y enfriamiento

El principal objetivo de la esterilización es reducir los microorganismos presentes en el alimento envasado o los que pueden desarrollarse, los microorganismos que se deben eliminar son los productores de alteraciones en el producto o causantes de intoxicaciones alimentarías. Una esterilización completa implica un tratamiento térmico excesivo que destruirá los componentes nutritivos hábiles al calor y las características sensoriales del producto.

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta es el pH que clasifica los alimentos en tres grupos, teniendo en cuenta el valor de pH 4.5 como el límite inferior que permite el desarrollo de Clostridium botulinum por ser el microorganismo esporulado patógeno más resistente al calor; alimentos de ácidez baja con valores de pH superior a 4.5, ácidos de pH a 4.4 y alimentos muy ácidos con pH inferior a 4.0.

Enfriado.

Esta etapa es importante por que se determina la calidad del producto por se complementaría al tratamiento térmico debe efectuarse rápidamente, enseguida de la esterilización para evitar que el calor remanente cause sobrecocción del producto, pérdida de textura, caramelización de azucares o alteraciones microbianas. La temperatura final del enfriado no debe ser menor de 35 a 40ºC para que el calor residual ayude a secar el envase y evitar la corrosión.

Actividad Final.

- **Señor estudiante realice nuevamente el ejercicio de la actividad inicial compare los resultados y evalué su proceso**
- **Explique. En qué se basa la deshidratación osmótica.**

CAPITULO 9. Aditivo y empaque

Actividad Inicial.

- **Determine la importancia de los aditivos en la industria de alimentos**
- **En la industria de frutas y hortalizas se utilizan aditivos y conservantes. Realice una lista de los principales y la función que cumplen.**
- **De acuerdo a su criterio determine las propiedades y características de los empaques utilizados en la industria de frutas y verduras.**

Lección 41. Aditivos y coadyudantes

La definición y clasificación de las sustancias que se añaden a los alimentos o son empleadas en la fabricación de los mismos, se designan bajo el nombre de aditivos o auxiliares tecnológicos, se exige que previamente haya un acuerdo sobre el término “alimento” ya que dichas sustancias se identifican por los alimentos en los que están integrados.

Se puede encontrar una definición de aditivo como la que se encuentra en el Codex

alimentarius: “Toda sustancia que no se consume normalmente como ingrediente característico de un alimento, tenga o no tenga valor nutritivo se añade intencionalmente a un alimento con un fin tecnológico u organoléptico, en cualquier fase de la fabricación, de la transformación, del tratamiento, del acondicionamiento, del envasado, del transporte o almacenamiento del referido alimento”. La expresión no se aplica a los contaminantes ni a las sustancias añadidas a los alimentos con el objeto de mantener o mejorar sus propiedades nutritivas.

La legislación colombiana en el decreto numero 002106 DE 1983 del Ministerio de salud se encuentra la siguiente definición: Denominase aditivos para alimentos toda sustancia o mezcla de sustancias, dotadas o no de valor nutritivo, agregada intencionalmente la mínima cantidad necesaria a los alimentos con el fin de impedir alteraciones, mantener, conferir o intensificar su aroma, color o sabor, modificar o mantener su estado físico general o ejercer cualquier función necesaria para una buena tecnología de fabricación del alimento.

CLASIFICACION

Dentro de la amplia gama que se encuentran en el mercado, se hace necesario visualizar la siguiente clasificación de los aditivos usados en la tecnología de frutas y vegetales para una mayor comprensión para una efectiva utilización.-

- **ADITIVOS DE CONSERVACION**

Los conservantes son sustancias que impide o retarda el proceso biológico de alteración, producido en los alimentos, por microorganismos o enzimas (decreto numero 002106 DE 1983 del Ministerio de salud).

De acuerdo a esta definición existe la siguiente clasificación: antibacterianos, antifúngicos, antioxidantes, depresores de la actividad de agua y los aditivos antiendurecedores.

TABLA 32. Aditivos de Conservación

ANTIBACTERIANOS Y ANTIFUNGICOS: Aditivos que tienen un efecto directo sobre los microorganismos.						
NOMBRE	FORMULA	FORMA ACTIVA	ESPECTRO DE ACCION	ACCION	DOSIS Recomendada	APLICACION
sal	NaCl	Cloruro de sodio	Agente antimicrobiano	Depresor de la actividad de agua	Según normatividad	Conservas vegetales
Dióxido de azufre	SO2	Sulfato ácido de calcio, metabisulfito potasico, metabisulfito sodico.	Bacterias, mohos y levaduras	Causa lisis celular	1500 mg / Kg.	Frutas y verduras secas zumos de frutas, mermeladas, conservas, purés
Anhídrido carbónico	CO2	Anhídrido carbónico	Agente microbiano	Depresor de oxigeno	Según normatividad	Productos vegetales
Ácido acético (vinagre)	CH3-COOH	Acetatos (Na, K y Ca) y diacetilos	Bacterias y levaduras	Disminución de pH, desnaturalización de proteínas microbianas	Según normatividad	Encurtidos, conservas vegetales.
Ácido sórbico	C6H8O2	Sorbato de sodio, calcio y potasio	Mohos y levaduras	Disminución de pH, desnaturalización de proteínas microbianas	1000 mg/kg	Encurtidos, frutas desecadas, zumos de frutas, mermeladas preparaciones a bases de fruta.
Ácido benzoico	C6H5COOH	Benzoato de sodio y potasio	Bacterias y levaduras	Disminución de pH, desnaturalización de proteínas microbianas	1000 g / Kg	Zumos y concentrados de fruta,

Ácido cítrico	E- 330. C6H8O7	Como ácido	Flora patógeno de vinos	*	Según normatividad	Aperitivos y vinos de fruta
Ácido ascórbico	E- 300. C6H8O6	Ascorbato de sodio o potasio	Flora patógeno de vinos	*	1000 g /kg	Aperitivos y vinos de fruta
Ácido láctico	E- 270. C3H6O3	ácido-2-hidroxipropanoico	Agente microbiano	*	Según normatividad	Encurtidos y conservas vegetales

ANTIOXIDANTES: protección contra la oxidación de las grasas y aceites de productos vegetales que los contienen, inhibición del pardeamiento enzimático.					
NOMBRE	**FORMULA**	**FORMA ACTIVA**	**FUNCION**	**DOSIS RECOMEDADA**	**APLICACION**
Dióxido de azufre	SO2	Sulfato acido de calcio, metabisulfito potasico, metabisulfito sodico.	inhibe el pardeamiento enzimático	Según normatividad	Frutas y verduras secas , zumos de frutas, mermeladas, conservas, purés
Acido cítrico	E- 330 C6H8O7	Citrato de isopropilo como ácido	Efecto sinergista	Según normatividad	Frutas y verduras enlatadas
Acido tartárico	E-334. C4H6O6	Ácido l- tartárico	Efecto sinergista	Según normatividad	Mermeladas, jaleas, compotas bebidas refrescantes, frutas y verduras.
Ácido ascórbico	E- 300 C6H8O6	Ascorbato de sodio o potasio	Antioxidante y secuestrante de productos vegetales ricos en lípidos combinado BHA y BHT.	Según normatividad	forma individual en Frutas frescas y enlatas, zumo de frutas Mermeladas y jaleas, Jugos concentrados de fruta, néctares pulpas, refrescos y productos vegetales.

DEPRESORES DE LA ACTIVIDAD DE AGUA: Contribuyen a asegurar la estabilidad durante la conservación y permite con frecuencia obtener alimentos con unas características organolépticas deseadas.					
NOMBRE	**FORMULA**	**FORMA ACTIVA**	**FUNCION**	**DOSIS RECOMEDADA**	**APLICACION**
Sal	NaCl	Cloruro de sodio	Disminuyen la fracción molar del agua. Disminución del agua libre del alimento.	Según normatividad	Encurtidos y conservas vegetales.
Cloruro de calcio	CaCl2.. 2H2O	Cloruro de calcio anhidro	Absorbe humedad del medio. Agente desecante,	Según normatividad	Vegetales procesados.
Azúcar	C12H22O11	Sacarosa	Disminuyen la fracción molar del agua. Disminución del agua libre del alimento.	Según normatividad	Mermeladas, jaleas, pastas de fruta, conservas, frutas en almíbar.
sorbitol	E- 420. C6H14O6	D-glucitol	Aumento en la sensación de suavidad y de untuosidad. humectante,	Según normatividad	Productos dietéticos a base de fruta.

Lección 42. Mejoradores de las propiedades sensoriales y auxiliares tecnológicos.

1. Aditivos mejoradores de las propiedades sensoriales

Entre los que se encuentran: Aromatizantes y modificadores del flavor, edulcorante, colorantes, agentes espesantes y gelificantes de naturaleza glucídica, agentes emulgentes, aditivos antiapelmazantes y antiaglomerantes

AROMATIZANTES Y MODIFICADORES DEL FLAVOR: conferir aroma, modificadores de la percepción olfativa					
Nombre	**Formula**	**Forma Activa**	**Funciòn**	**Dosis recomen**	**Aplicación**
Glutamato monosodico	C5H8NNaO4	Glutamato de sodio	Aumenta la palatabilidad de un alimento.	Según normatividad	Formulaciones de sopas deshidratadas a base de vegetales.
maltol	C6H6O3	maltol	Refuerzan la sensación azucarada.	Según normatividad	Mermeladas, jaleas, bebidas refrescantes a base de frutas.
Cloruro de calcio	CaCl2	Cloruro de calcio	Endurecedor para hacer crujientes las frutas y verduras enlatadas.	Según normatividad	las frutas y verduras enlatadas
etilmaltol	C8H10O3	etilmaltol	Potenciador y aromatizante.	Según normativ	Mermeladas y bebidas refrescantes.
COLORANTES: MODIFICA LA CALIDAD ORGANOLEPTICA DE LOS PROPDUCTOS MEJORANDO SU CALIDAD TECNOLOGICA.					
NOMBRE	**IDENTIFICACIÓN**	**Forma Activa**	**FUNCION**	**Dosis recomend.**	**APLICACION**
Cochinilla	E124	Rojo cochinilla	Pigmentos antociánicos. Estabilidad pigmentos antociánicos frente a la luz	Según normatividad	Conservas de fruta
eritrosina	E127	eritrosina	Pigmentos rojos. Protección frutos rojos conservados en hojalata barnizada	Según normatividad	Conservas de fruta
Clorofilas	E-140	clorofilinas	Pigmentos verdes. Restitución de pigmentos verdes	Según normatividad	Conservas de hortalizas
antocianinas	E-163	Antocianinas	Estabilidad pigmentos rojos	Según normativi	Conservas de hortalizas
eritrosina	E-127. rojo No.3	Eritrosina	Colorante rojo sintético, color rojo fresa,	Según normatividad	Mermeladas, vegetales ,

EDULCORANTES: SABORIZANTES UTILIZADOS PARA IMPARTIR UN SABOR DULCE A LOS ALIMENTOS

Nombre	Formula	Forma Activa	Función	Dosis recomen	Aplicación
sacarosa	C12H22O11	Sacarosa	Alto poder edulcorante.	Según normatividad	Frutas enlatadas, mermeladas, jaleas, jugos, néctares y concentrados de fruta.
azúcar invertido	Glucosa-fructuosa	Glucosa-fructuosa	Evita la cristalización y es menos dulce que la sacarosa.	Según normatividad	Frutas enlatadas, mermeladas, jaleas, jugos, néctares y concentrados de fruta.
Fructuosa	C6H12O6	Levulosa	Potencializar el sabor dulce junto con la sacarina .	Según normatividad	Mermeladas, jarabes y bebidas refrescantes.
glucosa	C6H12O6	Dextrosa	Potencializar el sabor dulce.	Según normatividad	Mermeladas, compotas, bebidas refrescantes, etc..
maltol	C6H6O3		modificador y potencializador de sabor, ayuda acentuar los aromas de frutas.	Según normatividad	Frutas enlatadas, mermeladas, jaleas, jugos, néctares y concentrados de fruta
sorbitol	E-420. C6H14O6	D- glucitol	Enmascara el sabor amargo de la sacarina en las bebidas refrescantes bajas en calorías	Según normatividad	Productos a base de fruta dietéticos.
Estevia	Núcleo esteviol asociado a tres moléculas glucosa.	esteviósido	Poder edulcorante 300. origen vegetal	Según normatividad	Productos a base de fruta dietéticos
Aspartame	C14H18O2	Ester metílico de L-aspatil-L-fenilalanina	Poder edulcorante 160. origen proteico	Según normatividad	Productos a base de frutas bajos en calorías.

AGENTES ESPESANTES Y GELIFICANTES DE NATURALEZA GLUCÍDICA					
NOMBRE	**FORMULA**	**FORMA ACTIVA**	**FUNCION**	**DOSIS RECOMED**	**APLICACION**
Pectina y pectatos	E-440. Cadenas lineales de glucosa no ramificada	Alto y bajo metoxilo. Pectato potasico, sódico, pectinamida	Estabilizantes y espesante. Ajustar viscosidad de los productos. formación de un gel	Según normatividad	Conservas de tomate
Pectina	E-440. Cadenas lineales de glucosa no ramificada	Alto y bajo metoxilo Pectato potasico, sódico, pectinamida	Gelificante, Ajustar viscosidad de los productos. formación de un gel	Según normatividad	Néctares de fruta, mermeladas jaleas, compotas etc.
Carragenanos.	E-407	carragenato	Gelificante y espesante en mermeladas. Agente de volumen en producto bajo en calorías.	Según normatividad	Mermeladas, bebidas refrescantes.
Goma xantana	E-415	Goma xantano	Agente de volumen, emulsionante, espumante, estabilizante, formador de suspensiones.	Según normatividad	Néctares, jugos, refrescos, mermeladas, concentrados, frutas en almíbar.
Alginatos	E-400 (C6H8O6)n	Alginato de sodio y potasio	Gelificante, espesante, estabilizante. Ajustar viscosidad de los productos. formación de un gel	Según normatividad	Néctares, jugos, refrescos, mermeladas, concentrados, frutas en almíbar
Celulosa		Carboximetilcelulosa	liga agua o incrementar la viscosidad de la fase acuosa, evita la sinéresis en productos gelificados, mejorar la textura	Según normatividad	Néctares, jugos, refrescos, mermeladas, concentrados, frutas en almíbar

2. Auxiliares tecnológicos de fabricación

Se pueden encontrar: Enzimas, agentes de clarificación y estabilización de bebidas, agentes antiespuma, acidulante, agentes de lavado y pelado.

ENZIMAS		
NOMBRE	**FUNCION**	**APLICACION**
Pectinasas	Rompen las pectinas. Se utilizan para extraer jugos de fruta y como agentes clarificantes en jugos , además para evitar el enturbiamiento de zumos de frutas.	En la elaboración de zumos, jugos de fruta refrescos de fruta.
Glucosa isomerasa	Causa la isomerización de la glucosa a fructuosa.	Obtención de zumos y pulpas de fruta.
Glucosa oxidasa	Cataliza la oxidación reversible de numerosas aldosas a sus correspondientes lactosas. Evita la oxidación de diferentes sustratos que producen al amargamiento de zumos de cítricos, agotamiento del oxigeno del sistema.	En la obtención de zumos y pulpas de fruta
Invertasa (ß- D-fructofuranosidasa)	Es la responsable de la hidrólisis de la sacarosa al romper específicamente el enlace C-O entre el átomo de oxigeno glicosidico y el carbono 2 de la fructuosa. Forma de obtener azucar invertido.	En la obtención de zumos y pulpas de fruta

ANTIESPUMANTES		
NOMBRE	**FUNCION**	**APLICACION**
monoglicéridos y diglicéridos	Eliminan espumas de los extractos vegetales. Y en los procesos de fermentación,	Elaboración de encurtidos, obtención de zumos y pulpas de fruta, elaboración de jaleas y mermeladas.
siliconas	Destruyen o disminuyen el espacio interfacial de la espuma.	Elaboración de mermeladas.

ACIDIFICANTES Y CORRECTORES DE ACIDEZ

Nombre	Formula	Forma Activa	Función	Dosis recomendada	Aplicación
Ácido cítrico	E- 330. C6H8O7	Citrato de sodio y potasio	Modificador del pH del sistema. Acidificar el producto,	Según normatividad	Frutas y verduras procesadas en general.
Ácido tartárico	E-334. C4H6O6	Tartrato de sodio y potasio	Modificador del pH del sistema. Acidificar el producto,	Según normatividad	Frutas y verduras procesadas en general.
Ácido láctico	E- 270. C3H6O3	Lactato de sodio, calcio y potasio	Modificador del pH del sistema. Acidificar el producto,	Según normatividad	Frutas y verduras procesadas en general.
Ácido málico	C4H6O5	Sales de amonio, calcio potasio y sodio	Modificador del pH del sistema. Acidificar el producto,	Según normatividad	Frutas y verduras procesadas en general.
Ácido fumárico	C4H4O4	Sales de calcio, potasio y magnesio y sodio	Modificador del pH del sistema. Acidificar el producto,	Según normatividad	Frutas y verduras procesadas en general.

AGENTES DE LAVADO Y PELADO

NOMBRE	FUNCIÓN	APLICACION
Laurisulfato Amonico	Eliminación del pellejo	Lavados de uvas.
Hidroxio de sodio	Eliminación de partes no comestibles, semillas y otros	Pelado de frutas y hortaliza, tubérculos
Carbonato sodico	Eliminación de partes no comestibles, semillas y otros	Pelado de frutas y hortalizas
monoetanolamida	Eliminación de partes no comestibles, semillas y otros	Pelado de frutas y hortalizas
Trifosfato sódico	Eliminación de partes no comestibles, semillas y otros	Pelado de frutas y hortalizas

Lección 43. Empaques y embalajes para frutas hortalizas

El principal objetivo del empaque de alimentos es proteger los productos del daño mecánico y de la contaminación química, microbiana y del oxígeno, el vapor de agua y la luz, en algunos casos. El tipo de empaque utilizado para este fin juega un papel importante en la vida del producto, brindando una barrera simple a la influencia de factores, tanto internos como externos.

La vida en estante de los alimentos procesados es también influenciada por la atmósfera que rodea al producto. Para algunos, el contenido bajo de oxígeno es benéfico, haciendo mas lento o previniendo el sabor rancio de las nueces y otros productos con altos contenidos de grasas. Altos niveles de dióxido de carbono y bajos de oxígeno, pueden ocasionar problemas en productos frescos, conduciendo a un metabolismo anaeróbico y pudriciones rápidas del producto. Sin embargo, en algunas frutas y hortalizas, la presencia de dióxido de carbono puede presentar efectos benéficos, eliminando posibles contaminaciones con microbios.

Empacar vegetales y hortalizas es uno de los pasos más importantes en el recorrido hasta el consumidor. Las bolsas, embalajes, canastas y cajas son recipientes convenientes para manejar, transportar y comerciar con producto fresco. Existen innumerables tipos de empaque y el número continúa creciendo debido a nuevos conceptos y materiales de empaque. Aunque la industria acuerde que la estandarización de dicho empaque es una manera de reducir costo, la tendencia en años recientes nos ha llevado hacia toda una amplia gama de tamaños de paquetes para acomodar las diversas necesidades de mayoristas, consumidores, compradores y operaciones procesadoras.

Los materiales del empaque representan un costo importante para la comercialización e industrialización del producto, por lo tanto es importante que los empacadores, embarcadores, compradores y los consumidores comprendan las opciones que presenta el empaque disponible.

Función y especificaciones del empaque

Un porcentaje importante de las quejas del consumidor y comprador pueden deberse al fracaso del empaque (a causa del mal diseño o uso y selección inadecuados). Un empaque adecuadamente diseñado deberá contener, proteger, e identificar el producto, satisfaciendo el mercado.

- **Especificación de los empaques**

- **Reciclabilidad y Biodegradabilidad:**

Muchos mercados de exportación e incluso los nuestros, tienen restricciones para la eliminación del empaque, por lo que, en un futuro próximo, casi todos deben ser reciclables, biodegradables o ambos.

- **Variedad**

La tendencia del mercado implica el uso de paquetes de gran volumen para procesadores y compradores al por mayor y paquetes menores para consumidores. Hay ahora más de 1,500 estilos y tamaños diferentes de empaques y paquetes para producto vegetales frescos.

- **Presentación**

La alta calidad de las impresiones gráficas, están siendo cada vez más usadas para impulsar las ventas. Las impresiones multicolores, los letreros distintivo y el empleo de logos son ahora comunes.

- **La Vida de Estante**

El empaque de este tipo de productos puede lograr extender la vida de estante y reducir las pérdidas.

- **Contenido**

El empaque debe brindar el producto en unidades convenientes para la manipulación y distribución. El producto debe adaptarse bien en el recipiente y derrochar poco espacio. Sin embargo, muchos artículos de producto, como los espárragos o las moras pueden requerir recipientes especialmente diseñados para esos artículos.

- **Protección**

El empaque debe proteger el producto del daño mecánico y de las malas condiciones ambientales durante la manipulación y distribución. Los empaques deben ser lo suficientemente robustos para resistir el daño durante el empaque, almacenamiento y transporte; además deben resistir el apilamiento, el almacenamiento a bajas temperaturas y los ambientes con altos contenidos de humedad.

Los empaques del producto deben diseñarse para mantener un ambiente óptimo para lograr una mayor duración, involucrando materiales especiales para retardar la pérdida de agua del producto, así como materiales de aislamiento para evitar que el calor entre en el fruto o diseñar materiales plásticos que mantienen una mezcla favorable de dióxido de carbón y oxígeno.

- **Identificación**

El empaque debe identificar y brindar información útil sobre el producto. Es normal (y puede requerirse en algunos casos), que contengan información tal como el nombre de producto, marca, tamaño, grado, variedad, peso neto, cultivador, embarcador y país de origen. En épocas recientes se ha hecho común encontrar incluido en el empaque, la información nutritiva, recetas y otro tipo de información útil, dirigida específicamente al consumidor.

Además, se emplea el Codificador Universal de Productos (UPC o código de barras), el cual consiste en un código legible de diez dígitos, donde los primeros cinco, son un número asignado al productor específico (empacador o embarcador) y los otros cinco dígitos, presentan información específica de producto tal como tipo de producto y tamaño de paquete(ver figura 1). Estos códigos funcionan como un método rápido para el control de inventario y costos.

MATERIAS PRIMAS PARA EMBALAJES Y EMPAQUES

Existe una gran variedad de materias primas para la elaboración de los sistemas de embalajes para los vegetales y frutas, dentro de los cuales podemos citar, la madera, vidrio, metal, aluminio, plástico, a continuación se presentan algunos de ellos:

- **vidrio**

El vidrio es un silicato complejo esencialmente de sílice (oxido de silicio SiO_2), oxido de sodio (Na_2O) y oxido de calcio. Se piensa que está constituido por una red irregular de moléculas de sílice, en el cual cada átomo de silicio esta ligado a cuatro átomos de oxígeno.

- **Materias plásticas**

Los principales materiales utilizados en la preparación de embalajes (recipientes, láminas, películas, revestimientos) plásticos, son altos polímeros

Las características de estas películas plásticas son:

Permeabilidad a los gases: la permeabilidad es inversamente proporcional al espesor de la película (Ver cuadro siguiente).	Tales como el vapor de agua, el oxígeno, constituyen un a de las características mas importantes desde el punto de vista de su empleo para alimentos. Para esto se debe controlar algunos mecanismos y parámetros de esta permeabilidad como - mecanismo de difusión de gases - velocidad de difusión de la membrana plástica Dentro de los factores que modifican la permeabilidad : naturaleza del gas, un fuerte grado de critalinidad y una alta energía de cohesión de la lamina plástica, compatibilidad química entre el gas y el polímero plástico, aumento de la temperatura-
Resistencia y protección mecánica	Debe poseer cierto grado de resistencia mecánica, en particular al estirarse, al aumento de volumen en productos congelados, no presentar fisuras al contraerse. Los más usados que poseen esta propiedad son los cartones impregnados de parafina.
Resistencia al calor	Para alimentos que se calientan, se descongelan o se cuecen. En agua hirviendo o en microondas
Protección contra la luz	Las películas plásticas son transparentes, a la luz visible pero menos a la radiaciones ultravioletas, esta transparencia resulta nefasta desde el punto de vista organoléptico.
Estabilidad y neutralidad	Deben ser inertes frente al alimento.
Protección frente a microorganismos	No debe ser permeable a los microorganismos ni a los virus.

- **Metal**

Los materiales que se utilizan son: la hojalata, la chapa negra cromada-cromatizada y el aluminio. El 89% de las conservas esterilizadas están envasadas en hojalata y el 20% restante se reparte entre aluminio y vidrio. Es La hojalata y la chapa negra están hechas a base de acero.

El diseño de los botes de hojalata es importante. La adición de sulfuro de hidrogeno a productos vegetales como antioxidante y conservante puede concentrarse en el espacio superior (headspace) del tarro con el fin de absorber este gas, los fondos de los tarros pueden ser revestidos. Con una lámina de oleoresina pigmentada con oxido de zinc o con una laca epoxifenólica pigmentada con carbonato de zinc

La presencia de recubrimientos de estaño en el bote de hojalata puede mejorar el sabor y el color, por ejemplo espárragos, champiñones duraznos y peras. Cuando el estaño esta ausente, la suave coloración de estos productos puede oscurecerse con la presencia de hierro. En un bote completamente lacado, seguramente va a haber menos estaño disuelto y más hierro disuelto que lo que hay en un tarro sin

lacar. Para usar exitosamente un tarro lacado, la cantidad de oxigeno atrapado dentro debe ser reducido hasta lo mínimo,

Para productos que no se benefician del estaño disuelto el uso de un tarro completamente lacado con un recubrimiento epoxifenolico brinda indudable ventajas al estar libres de corrosión y tener un aspecto superior al abrirlo. Dentro estos productos están: frutas sin pigmentos de antocianina, jugos y mermeladas, tomates enteros, frijoles enlatados, palmitos, espinacas.

Se ha aplicado el uso esencial de botes de hojalata con recubrimiento de laca doble y/o tarro "side-striped" en productos con que contienen antocianinas, el cual el pigmento se ve afectado por la acción reductora del estaño. Dentro de este grupo se encuentran frutas y vegetales con pigmentos antocianidicos incluyendo cerezas rojas, ciruelas, repollo morado en vinagre. Las frutas y jugos de fruta sin antocianinas como el jugo de naranja y de piña es recomendable el uso de tarros con cuerpos sin lacar y fondos lacados hechos en hojalata.

Empaque para hortalizas y frutas frescas[17], [18]

- **Madera**

En Colombia, las cajas fabricadas con madera son conocidas como cajas gasolineras y guacales Presentan el inconveniente de no manejar tamaños estándar (además de los ya mencionados daños mecánicos) y generalmente, en el país, no se desechan después de su uso, por lo que se pueden considerar una posible fuente de contaminación Poscosecha. Por lo demás, el uso de un tamaño único de caja podría reducir considerablemente el almacenamiento e inventariado, conjuntamente con los costos de eliminación y reparación de estos empaques.

- **Tableros de fibra corrugados**

Las láminas para construcción de cajas (erróneamente denominadas cartón corrugado) se fabricar en muchos pesos y estilos diferentes. La mayoría de estas

[17] www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/empaques.htm

[18] FAO. Prevention of Postharvest Food Losses: Fruits, Vegetables and Root Crops. A Training Manual. Rome: UNFAO.

láminas se fabrican con tres o más capas de cartón, producto de un proceso de pulpa de madera o papel sin blanquear (a lo cual debe su color tostado), obteniendo un producto excepcionalmente fuerte.

Además se añade pegamento y otros materiales para aumentar la fortaleza y calidad de impresión; algunos contienen cartón reciclado en las cantidades especificadas por la ley y en algunas pruebas que se han realizado, han mostrado que cartones de pulpa totalmente reciclada, son 75% más fuertes que los de fibra virgen.

Las temperaturas frías y las humedades altas, reducen la fortaleza de los empaques de fibras corrugadas y, a menos que el empaque se trate especialmente, la humedad absorbida del aire y del producto vegetal, puede llegar a reducir la fortaleza de este empaque hasta en un 75%, por lo que se cubren, generalmente, con cera o plástico, buscando reducir el efecto nocivo de esta humedad

Los empaques de fibra corrugada encerada (en donde la cera aporta el 20% del peso total), se usan para muchos tipos de productos que deben ser enfriados con agua o hielo. La objeción principal para encerar las láminas es la eliminación después del uso, ya que no pueden ser reciclados, por lo que se prefieren empaques tratados con plástico en su parte interior o que el enfriamiento con agua o hielo sea reemplazado por aire forzado, con lo cual se mejora la rigidez de estos empaques.

El FTC, que consiste en un empaque dentro de otro, se usa cuando se requiere mayor fortaleza de apilado. Los fondos y las tapas de estos empaques pueden ser cerrado con goma, grapas o puntillas. En años recientes, estos empaques se han usado apilados en grandes contenedores para embarcar grandes volúmenes para los procesadores y minoristas. Productos como repollo, melones, papas, calabazas y cítricos han sido embarcados exitosamente en estos recipientes, con bajos costos.

- **Bolsas de malla**

Este tipo de material tiene amplio uso siendo frecuente encontrar en ellos papas, cebolla, repollo, nabos y cítricos. Además de su costo bajo, la malla tiene la ventaja de permitir el paso de las corrientes de aire, siendo particularmente beneficiosa en productos como las cebollas y además pueden lograrse exhibiciones atractivas que estimulan compras. Sin embargo, este material tiene desventajas serias, ya que no se apilan bien y las bolsas pequeñas no ocupan

eficientemente el espacio interior de los empaques de fibra corrugada, además no ofrecen protección a la luz o los contaminantes y el producto puede llegar al consumidor en mal estado.

- **Bolsas plásticas**

Empaque (compuestos por películas de polietileno) es el material predominante para envolver frutas y vegetales. Aparte de los costos bajos de los materiales, el proceso de empaque se puede automatizar reduciendo aun más los costos de producción. Estos materiales son claros, permitiendo la inspección fácil del contenido y pueden ser impresos con gráficas de alta calidad.

Las películas plásticas se encuentran en una amplia gama de espesores y pueden diseñarse para controlar los gases ambientales adentro del empaque, ya que los productos alimenticios justo después de la cosecha o incluso antes de su muerte, presentan actividad biológica y la atmósfera dentro del empaque (si este es cerrado), cambia constantemente junto con las mezclas de gases y humedad producidas durante los procesos metabólicos.

El tipo de empaque usado también tiene influencia en el ambiente alrededor del producto, ya que algunos plásticos presentan unas propiedades muy pobres al funcionar como barreras, ante los gases y la humedad, por lo cual debemos tener presente que el material de la película debe "respirar" a una velocidad necesaria para mantener la mezcla correcta de oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua en el interior de la bolsa.

Muchos frutos producen etileno como parte de su actividad metabólica. Este componente simple orgánico desencadena, en algunos productos su madurez y envejecimiento; esto explica por qué ciertas frutas como el banano y los aguacates maduran rápidamente cuando son almacenados en contenedores, junto con frutos dañados o muy maduros ; o que el brócoli se torne amarillo aún cuando se almacene en el refrigerador. Cada producto alimenticio tiene su propia composición de gas óptima y el nivel de humedad adecuado que maximiza su vida en el almacenamiento. El empaque dinámico, que interactúa con las atmósferas interna y externa, ofrece ciertas características que lo hace superior cuando se compara con el empaque tradicional en bolsas impermeables, en donde se complica el manejo de gases y especialmente la manipulación del vapor de agua.

- **Empaques rígidos plásticos**

Los empaques con tapa y fondo formados por uno o dos pedazos de plástico son conocidos como celdas de almeja. Este tipo de empaques ganan popularidad porque son baratos, versátiles, brindan protección óptima al producto y su presentación es muy agradable. No son de uso en nuestro mercado común, pero se emplean en productos de alto valor comercial, como algunas frutas pequeñas, bayas, setas o artículos que se dañan fácilmente al ser aplastados, como en productos precocidos y ensaladas.

Lección 44. Empaques para productos procesados

Productos derivados no fermentados de la fruta

- **Zumos de frutas**

Los materiales para la fabricación de embalajes para los zumos de frutas deben tener características especiales como mantener la conservación y proporcionar una atmósfera libre de oxigeno, para eliminar el oxigeno disuelto o atrapado, que reacciona con el ácido ascórbico y oscurece el zumo.

Los zumos de fruta son productos ácidos, con un pH inferior a 4.2y, con frecuencia, situado en el intervalo de 3.5 – 4.0. para inactivar el crecimiento bacteriano a estos pHs, bastan tratamiento térmicos de 80-90ºC, durante unos pocos segundos. Para la aplicación de éste tratamiento se usan botes de hojalata no protegidos con barnices o lacas, porque el estaño tiene un efecto reductor sobre el zumo. El zumo que se ha oscurecido por procesos oxidativos recupera su color natural bajo la influencia reductora de la reacción de estaño- ácido de la corrosión de los envases de hojalata. Esta es la principal diferencia entre envasar los zumos en latas y en recipientes de plástico y cartón. Los zumos envasados en plástico se oscurecen con el tiempo.

Otro de los métodos de empaque utilizados para zumos de fruta es el proceso aséptico. Es un tratamiento igual al enlatado en el que primero se pasteuriza y luego se envasa en recipientes estériles que se cierran herméticamente. El sistema de empaques utilizados es el Tetra.pack. Este empaque estos compuestos por láminas de cartón, aluminio y plásticos laminados. El material con que está construido el cartón en el que se envasa el producto entra en la máquina en forma de lámina, que se esteriliza con una disolución caliente de péroxido; con ella , se construye un tubo

que se llena, se cierra, se corta y se dobla, para formar el envase.

El sistema de embotellado también se ha diseñado para la conservación de zumos de frutas. Se utilizan materiales de vidrio. Las botellas pasan, tras su cierre, bajo una niebla de agua caliente, para pasteurizar la tapa; también puede cerrarse al vapor. El enfriamiento se logra haciendo pasar las botellas bajo duchas de agua utilizando inicialmente agua caliente, para evitar la rotura del vidrio por el choque térmico.

Otro de los materiales usados para esta clase de productos son los recipientes plásticos. Las botellas de polipropileno resisten la temperatura a que se llena, pero se trata de un material de envasado inadecuado para los zumos de fruta, por su gran permeabilidad al O_2. Materiales más resistentes a las temperaturas requeridas son los de poliéster como el tereftalato de poliéster, (PET), pueden llenarse, como las botellas de vidrio.

La vida útil de los recipientes plásticos con zumos de fruta es de unos 6 mese; luego la permeación de O_2 a través del plástico oscurece el zumo de frutas y oxida algunos de los constituyentes, como el ácido ascórbico. Los recipientes de plástico, aunque ofrezcan problemas técnicos de llenado y pasteurización, son los preferidos por el mercado, por su diversidad de formas.

Producción de frutas térmicamente procesadas y congeladas

Para esta clase de conservas se usa la hojalata, y la elección de la misma es importante; para algunas frutas como la manzana, es preferible utilizar envases no protegidos por lacas, ya que esto facilita el mantenimiento de un color más brillante y un aroma más fresco. Este hecho se debe a la reacción química entre la fruta y la hojalata. El estaño proporciona a la fruta un color más brillante. En cambio, otras frutas como las ciruelas, deben enlatarse en latas protegidas con laca, para evitar que los ácidos de la fruta reaccionen con la hojalata.

Las siguientes son las variedades de fruta a enlatar manzanas, cerezas, cócteles de fruta, naranjas, melocotones, peras, piña, ciruelas, fresas.

El envasado en botellas de esta clase de productos, no es una practica muy frecuente, aunque la fruta de excelente calidad envasada en recipientes de cristal resulte muy atractiva en las estanterías de los supermercados. Los tarros o frascos

de vidrio deben almacenarse protegidos contra la luz solar, que deteriora el color de la fruta, especialmente las variedades rojas.

Embalaje de alta tecnología para frutas y hortalizas frescas

Frutas y vegetales recién cortados todavía están vivos, y cada uno respira en su propia tasa única. Por consiguiente, la permeabilidad de una película y la cantidad de oxígeno que es inicialmente infundido en el embalaje son muy importantes.

Fabricantes han producido cientos de diferentes tipos de películas, y cada tipo tiene su propia tasa de transmisión de oxígeno, la cual permite que las frutas y los vegetales cortados sigan respirando por todo el almacenaje y la distribución. Si la tasa de transmisión de oxígeno de la película es demasiado alta para la fruta o el vegetal cubierto, el color del producto dentro cambiará a marrón; si es demasiado baja, el producto se descompondrá antes de tiempo.

Los hallazgos de la investigación en esta área llevaron al desarrollo de un equilibrio de oxígeno y dióxido de carbono dentro de los embalajes selectos que permiten una variedad particular de fruta o vegetal recién cortado a respirar lentamente y mantenerse fresco por el tiempo más largo posible.

Envase para frutas y hortalizas de gama IV.

El envasado en atmósfera modificada (AM) de hortalizas es un proceso en el que el envase cerrado interactúa con el producto de tal forma que se alcanza un equilibrio en la atmósfera interna que reduce la velocidad de respiración, la pérdida de humedad por transpiración, e incrementa la fase de latencia del desarrollo microbiano.

A la hora de envasar un producto, en nuestro caso frutas y hortalizas frescas o de cuarta gama, tendremos en cuenta una serie de variables: [19],[20]

[19] Trini Cerdán de la Fuente Envases activos para frutas y hortalizas frescas y de IV gama

[20] www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/empaques.htm - 62k

Humedad

La transpiración de las frutas y hortalizas puede originar condensados en el interior del envase, lo cual no es deseable ya que puede dar lugar a proliferación microbiana y el producto pierde valor comercialmente.

Etileno

El etileno es una molécula química, gaseosa, bastante simple, aunque con diversos e importantes efectos sobre la fisiología de las plantas, efectiva a bajas concentraciones e identificada como "hormona de maduración".

Económicamente es positivo ya que induce a la germinación de las semillas, regula la iniciación floral de brotes, induce la abscisión de órgano y estimula la maduración, pero a nivel comercial su efecto no es adecuado por acelerar la senescencia y reducir la vida útil de los productos hortofrutícolas.

Oxígeno

La presencia de oxígeno en el interior de los envases de alimentos puede dar lugar al desarrollo de aromas extraños, reacciones de oxidación, cambios de color por pardeamiento enzimático, pérdidas de nutrientes y desarrollo microbiano. Así pues, las atmósferas con baja concentración de oxígeno impiden la supervivencia de insectos en los productos agrícolas, evitan que en alimentos con alta actividad de agua se desarrollen bacterias y levaduras. Por otra parte, concentraciones iguales o menores al 0,1% no son adecuadas para el desarrollo de muchos mohos.

Dióxido de carbono

En la respiración, los vegetales generan unas altas concentraciones de CO_2 que tendremos que controlar ya que pueden resultar tóxicas, así para el caso de manzanas y cítricos, entre otras frutas y hortalizas, concentraciones a partir del 5% pueden producir efectos tóxicos.

En un envase de productos hortofrutícolas tienen gran importancia las concentraciones de los gases y de la humedad si se pretende alargar la vida útil de los alimentos. Así, la calidad inicial del producto se conserva al mantener una alta humedad y la velocidad de la respiración aeróbica disminuye por aumentar la concentración de CO_2 y reducir la de O_2, con ello se reduce, además, el crecimiento microbiano y las reacciones enzimáticas aeróbicas. Interesa, no

obstante, no alcanzar condiciones de anoxia por los efectos negativos que se generarían.

Carga microbiana

Las frutas y hortalizas procedentes del campo llegan al centro de acopio llenos de esporas y otros microorganismos que permanecerán en estado latente hasta que las condiciones de O_2, humedad, temperatura, le sean favorables para su desarrollo. Controlar las condiciones de almacenamiento es importante para mantener la calidad del producto y aumentar su vida útil. Además, podemos con el envasado actuar directamente sobre el crecimiento microbiano.

Los empaques activos o dinámicos emplean un material envolvente, que interactúa con el gas que compone el medio ambiente interno, buscando extender la vida en estante del producto. Continuamente se implementan nuevas tecnologías para modificar el gas del medio y pueden, incluso, interactuar con la superficie del producto, eliminando gases del empaque. La siguiente tabla muestra algunos usos eficientes de estos empaques.

Lección 45. Uso de empaques dinámicos

Sistemas de empaque	**Aplicación**
Absorbedores de oxígeno	La mayoría de los productos alimenticios
Producción de dióxido de carbono	Productos afectados por moho
Remoción de vapor de agua	Alimentos secos y sensibles a mohos
Remoción de etileno	Productos hortofrutícolas
Emisiones de etanol	Productos precocidos (si es posible)

Innovaciones tecnológicas recientes para el control de ciertos gases específicos en un empaque, involucran el uso de absorbedores químicos, usados para retener gases u otros químicos alternativos que pueden reemplazar un gas específico requerido. La investigación en esta tecnología consiste en la incorporación química de los absorbedores en las películas de los empaques para controlar gases como el etileno y el oxígeno.

Para controlar estas variables la tecnología aplica empaques activos o dinámicos,

algunos ejemplos se resumen en la siguiente tabla 34.

TABLA 34. Variables a Controlar En Empaques

Técnica	*Dispositivo*	*Principio / reactivo*	*Aplicación*
Absorbentes de humedad	láminas	Sales de poliacrilato Amidas modificadas	productos frescos
Reguladores de humedad	Sobres, etiquetas, Películas	Gel de sílice. Propilenglicol Ceras	verduras frescas
Tratamientos antivaho	Películas	Etoxilatos no iónico Monoglicéridos	verduras frescas
Absorbentes de O_2	Sobres etiquetas bandejas películas	Hierro en polvo Ácido ascórbico Enzimas (glucosa oxidasa)	todo tipo de alimentos
Emisiores de CO_2	sobres	Bicarbonato sódico	verduras
Absorbentes de CO_2	sobres	Hidróxido calcio Carbón activo	frutas
Absorbentes de etileno	Sobres películas	Reactivos (permanganato potásico) Materiales absorbentes (carbón activo, zeolita)	verduras frescas
Envasado antimicrobiano	sobres películas	Etanol Ácidos orgánicos Plata Enzimas (glucosa oxidasa) Bacteriocinas	frutas
Incorporación de aditivos	películas comestibles	Aromas BHT	frutas
Indicadores	Temperatura O_2/CO_2 Crecimiento microbiano	Polimerización Fusión decompuestos Reacciones enzimáticas Indicadores redox Reacciones enzimáticos Indicadores de pH Detección de metabolitos	cadena de frío

- **Sistemas para el control de la humedad**

La condensación o "*sweating*" es un problema en muchos tipos de vegetales y fruta empacada. Tales humedades significan un riesgo alto de condensación, el cual puede ocurrir en el transporte y hacer fluctuar la temperatura interior en 1 o 2ºC. Si el agua puede almacenarse lejos del producto, allí puede ocasionar poco daño al producto, pero si la condensación moja el producto, pueden presentarse crecimientos acelerados de mohos y de otras enfermedades Postcosecha.

Absorbentes de humedad

Se emplean para retener los líquidos que puedan desprenderse por exudación del producto envasado. Básicamente consisten en un polímero súper absorbente y granular (sales de poliacrilato, amidas modificadas o copolímeros de almidón) protegidos por dos capas de polietileno o polipropileno. Estos dispositivos se suelen colocar en las bandejas de comercialización de productos frescos, entre ellos los vegetales.

Plásticos con aditivos antivaho

Estos aditivos, del tipo de los etoxilatos no iónicos o monoglicéridos, presentan el grupo apolar unido al plástico y el polar en la interfase. Su función será reducir la tensión superficial del agua condensada en el interior del plástico haciendo que las gotas se unan y formen una película continua manteniendo la transparencia del envase.

Reguladores de humedad

Buscan disminuir la humedad relativa en el interior del envase controlando, así, el desarrollo microbiano. Generalmente en el mercado se utilizan sobres en los que la materia activa puede ser gel de sílice, óxido de calcio o algunas sales de cloruro sódico, existiendo también etiquetas con la misma función. A nivel de materiales de envasado que contengan compuestos absorbentes en su propia estructura tenemos como ejemplo el propilenglicol, sustancia absorbente protegida por dos capas de plástico (polivinilalcohol) muy permeables al vapor de agua.

Películas comestibles

Generalmente se utilizan en forma de ceras para evitar la deshidratación de frutas y hortalizas y mejorar la apariencia comercial. También se pueden utilizar películas mixtas a base de derivados de celulosa, gomas, gluten, almidón, combinados con sustancias lipídicas ya que éstas ofrecen una importante barrera a la humedad, pero pueden tener problemas de estabilidad (fundamentalmente fenómenos de oxidación), e influir en la textura y características.

- **Sistemas absorbentes de etileno**

Un agente químico, incorporado a las películas del empaque, atrapa el etileno producido por las frutas y algunos vegetales maduros. Esta reacción es irreversible y solo unas pequeñas cantidades de absorbedor son requeridas para remover el etileno en las concentraciones que producen los frutos. Algunas empresas, presentan sistemas de indicadores de cambios de color, que muestran cuando estos químicos deben ser reemplazados. Este tipo de materiales son muy usados en la exportación de frutas, verduras y flores.

Para eliminar el etileno de la atmósfera que rodea al producto se utilizan sustancias con capacidad de ab-/adsorción. A nivel comercial destacan:

Permanganato potásico ($KMnO_4$) inmovilizado sobre sustrato mineral inerte como perlita, alumina, zeolita, carbón activo, gel de sílice, cristobalita. El $KMnO_4$ actúa oxidando el etileno a etilenglicol y éste a CO_2 y agua). Metales catalizadores (paladio,...) sobre carbón activo, éste absorbe al etileno y el catalizador lo degrada.

Bolsas o sobres:

Es una de las formas que podemos encontrar en el mercado, los compuestos anteriores se presentan en el interior de bolsas que colocaremos en el interior del envase.

Bolsas absorvedoras de etileno
Fuente: Envases activos para frutas y hortalizas frescas y de iv gama
Trini Cerdán de la Fuente (trinicerdan@yahoo.es)

- **Sistemas absorbentes de o_2**

La presencia de oxígeno en los empaques de las frutas acelera el deterioro en muchos de estos productos. El oxígeno puede ocasionar disminución de sabores, cambios de color, pérdidas de nutrientes y ataques microbiológicos. Una de las aplicaciones más prometedoras de este sistema es el control del crecimiento de los mohos (que requieren oxígeno para su desarrollo) y el retardo de la oxidación de algunos productos.

Como materia activa absorbente de oxígeno se suele utilizar: ácido ascórbico, sales de hierro o sistemas enzimáticos como la glucosa oxidasa/catalasa.

Bolsas o sobres:

Los absorbedores de oxígeno están constituidos por sustancias fácilmente oxidables contenidas en pequeñas bolsas con capacidad de absorción de oxígeno variable, de los 5 a los 2000 ml. Estos dispositivos consiguen llegar a valores inferiores al 0,01% de oxigeno residual en el envase.

Como principales ventajas de este sistema destacan: fácil de usar, previene el crecimiento microbiano, evita el desarrollo de sabores, aromas y colores indeseables en el alimento, mantiene la calidad del producto sin usar aditivos, menores costes en equipos generadores de gases, así como en productos químicos para prevenir el daño por insectos. En cambio, su uso no es posible en alimentos líquidos.

Absorvedores de oxígeno
Envases activos para frutas y hortalizas frescas y de iv gama
Trini Cerdán de la Fuente (trinicerdan@yahoo.es

- **Sistemas de envasado con adición de aditivos para usos específicos**

El consumidor cada vez está más preocupado por la presencia de aditivos en los alimentos. Resulta de gran interés incorporar parte de ellos en los envases con lo que conseguimos que la liberación de los mismos al alimento se haga de forma gradual y que su contenido en el propio alimento se vea reducido . Así, podemos incorporar aromas, edulcorantes, nutrientes, antioxidantes (BHT, vitamina E), enzimas. Para el caso de los zumos de cítricos se pueden desarrollar sabores amargos debidos a la presencia de narangina (uno de los principales compuestos amargos en los cítricos encontrándose en el zumo en cantidad equivalente a cien partes por millón) y limonina. Se están estudiando envases de triacetato de celulosa y de papel acetilado que incorporen inmovilizada la enzima naringinasa. Cuando el zumo entra en contacto con el polímero, la enzima hidroliza los azúcares de la narangina y al mismo tiempo la limonina es absorbida por la película de éster de celulosa.

- **Tendencias futuras**

Los envases activos pueden ser vistos como la próxima generación en el envasado de alimentos. Específicamente el área de los absorbedores de oxígeno. El oxígeno es el enemigo de muchos alimentos y se han llevado a cabo considerables esfuerzos para reducir el daño que éste produce en ellos. Los materiales utilizados en este sistema no son simples absorbentes de oxígeno, son interceptores y controladores del oxígeno.

Películas sensibles que detectan la presencia de microorganismos en las superficies están siendo desarrolladas para ser utilizadas como sensores e

indicadores del crecimiento microbiano. Este es un ejemplo de lo que se denomina "antimicrobial packaging" el cual se incluye en lo que denominamos envase activo.

El "antimicrobial packaging" es una de las áreas en las que se está investigando actualmente en el mundo, algo que es debido a los múltiples usos que puede generar. Algunos de los potenciales usos de esta área están en las superficies de contacto con los alimentos.

Actividad Final.

- **Realice el nuevamente la actividad inicial y compare los resultados. Evalúe los nuevos conocimientos.**
- **Escoja un producto autóctono de su región y recomiéndele un empaque de acuerdo con las características fisicoquímicas y sensoriales.**

BIBLIOGRAFIA

- VICKIE a. Jaclavik. (2002). Fundamentos de ciencia de los alimentos: Acribia.
- TSCHEURSCHENER, Horst-Dieter. (2001). Fundamento de tecnología de los alimentos . Zaragoza (España) : Acribia S.A.
- Sánchez Pineda, María Teresa. (2003). Procesos de elaboración de alimentos y bebidas. : Mundi-prensa AMV ediciones.
- Hughes, Christopher. (1.991). Guía de aditivos. Zaragoza España: Acribia S.A.
- Nuevo Manual de industrias alimentaría. (1994) Ediciones ampliadas.
- CHARLEY, Helen. (2000). Tecnología de alimentos, procesos físicos y químicos en la preparación de alimentos. México: Limusa.
- DESROSIER, Norman W. (1979). Conservación de alimentos. México: Continental S.A.
- DESROSIER, Norman W. (). Elementos de tecnología de alimentos. : CECSA.
- BERK Z. (). Introducción a la bioquímica de los alimentos. México: El Manual Moderno.
- WONG D. (1999). Química de los alimentos. Mecanismos y teoría: Acribia.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, "La irradiación de los alimentos. Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos." (1989). Ginebra.
- PERRY, Robert, (1996). Biblioteca del Ingeniero Químico. : McGraw-Hill.

- WONG D. (1999). Química de los alimentos. Mecanismos y teoría. : Acribia .
- LARRAÑAGA, Ildelfonso J. (1999). Control e higiene de los alimentos. Madrid: Mc.Grawhill.
- BROWNSELL, V.L. (1990). La ciencia aplicada al estudio de los alimentos. México: Diana.
- MULTON JL. (1988). Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias. Zaragoza: Acribia.
- Hughes Christopher. (1994). Guía de aditivos: Acribia.
- GUZMÁN, Rosa. (1991)Tecnología de frutas y verduras: Unad.
- CAMACHO G. (1983). Cómo preparar mermeladas: ICTA. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- CAMACHO G. (). Fundamentos de la elaboración de mermeladas. : ICTA.UNAL.
- ICONTEC. NTC- 285, tercera revisión. Mermeladas de frutas
- CHEFTEL J. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Editorial Acribia. España. Volumen II.
- McGregor, B, (1989)Tropical Products Transport Handbook. USDA, Office of Transportation, Agricultural Handbook Number 668.
- FAO. 1989. Prevention of Postharvest Food Losses: Fruits, Vegetables and Root Crops. A Training Manual. Rome: UNFAO. 157 pp.
- FAO. 1985. Prevention of Post-Harvest Food Losses: A Training Manual. Rome: UNFAO. 120pp.**Revista 'Agricultural Research'** de julio 2006. Departamento de Agricultura de EE.UU.
- ARTEHY D. ASHURST P. (1997) Procesado de frutas..Zaragoza. España: Editorial Acribia
- MINISTERIO DE SALUD. Resolución Número 15789/84. características organolépticas, físico-químicas de las mermeladas y jaleas de frutas.
- VILLALOBOS MARGALY. Pectinas: Sus características y aplicaciones en la industria alimentaria.
- WILEY, ROBERTI**.** Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. (1997), Zaragoza, España: Acribia.

RESOLUCIONES: Ministerio de salud pública

- 7992 de 1991.
- 1059 de 1985
- 14712 de 1984
- 15789 de 1984
- 15790 de 1984

INVIMA- Ministerio de Salud Pública.

- Decreto 3075/98, Bogotá, Colombia, 1998

DIRECCIONES WEB

- www. Nutrinfo.com.ar
- www.mejorprevenir.ar
- www. consumer.es
- www.horticom.com
- www.lifelinestechnology.com
- www.mgc.co.jp
- www.ethylenecontrol.com
- www.multisorb.com
- www.mejorprevenir.com/salu
- vm.cfsan.fda.gov
- http://www.fao.org/inpho/es
- www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/empaques
- www.camlab.co.uk
- www.lifelinestechnology.com