

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA
PERUANA**



FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Escuela De Formación Profesional De Ingeniería En Industrias Alimentarias

MEMORIA DESCRIPTIVA

“MANEJO POSCOSECHA DE FRUTAS Y HORTALIZAS”

Presentado por el bachiller:

JOSE STALLIN MERA PAREDES

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

Iquitos - Perú

2015

Miembros del Jurado

Memoria Descriptiva aprobada en Sustentación Pública en la ciudad de Iquitos en las instalaciones del Auditorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, llevado a cabo el día 03 de Febrero del 2015. Siendo los miembros del jurado calificador los abajo firmantes:

CARLOS ENRIQUE LOPEZ
PANDURO
Presidente

ELMER TREVEJOS CHAVEZ
Miembro

JUAN ALBERTO FLORES
GARAZATUA
Miembro

JORGE AUGUSTO TORRES LUPERTI
Miembro Suplente

Dedicatoria

A **DIOS** por haberme dado la vida, e iluminar mi camino durante todo este tiempo.

A mis padres **Genaro Tenazoa y Frodi Paredes**, quienes me apoyaron durante la culminación de mi carrera profesional.

A mi Esposa **Ana Isabel** y a mi hijo **Genaro Gabriel** quienes son el motivo de seguir adelante y mi fortaleza.

José Stallin

Agradecimientos

A los docentes de la facultad de industrias alimentarias de la universidad de la amazonia peruana, en especial al Ing. **Juan Alberto Flores Garzatúa** por haberme apoyado y brindado asesoramiento en el desarrollo del presente trabajo.

A mis hermanos **Lennin Mera** y **Priscilla Tenazoa** por apoyarme durante la culminación del presente trabajo.

A mi amigo **Giorgio Sergio Urro Rodríguez** por compartir sus conocimientos y su apoyo incondicional durante los años de estudios en la Universidad.

INDICE

| | |
|--|-----|
| Introducción..... | 1 |
| I. Antecedentes..... | 2 |
| II.Objetivos..... | 3 |
| 2.1. Objetivo general | 3 |
| 2.2. Objetivos específicos..... | 3 |
| III.Revisión bibliográfica..... | 4 |
| 3.1. Frutas y hortalizas..... | 4 |
| 3.2. Clasificación de frutas y hortalizas..... | 4 |
| 3.2.1. Clasificación de frutas..... | 4 |
| 3.2.2. Clasificación de hortalizas | 5 |
| 3.3. Estructura y composición | 7 |
| 3.3.1.Composicion quimica y valor nutricional frutas y hortalizas | 7 |
| 3.3.1.2. Estructura física de las frutas y hortalizas..... | 12 |
| Carbohidratos | 17 |
| Proteínas..... | 18 |
| Lípidos..... | 18 |
| Ácidos orgánicos | 19 |
| Vitaminas y minerales | 20 |
| 3.4. Factores que intervienes en las alteraciones..... | 22 |
| 3.4.1.Temperatura | 23 |
| 3.4.2.Humedad y sequedad | 24 |
| 3.4.3.Aire y oxigeno | 25 |
| 3.4.4.Luz..... | 25 |
| 3.5.Manejo de frutas y hortalizas en poscosecha, bases científicas..... | 25 |
| 3.5.1.Poscosecha o posrecoleccion | 25 |
| 3.5.2.Manejo de poscosecha | 26 |
| 3.5.3.Percibilidad y grado de percibilidad..... | 26 |
| 3.6.Manejo de frutas y hortalizas en poscosecha, comportamiento fisiológico de frutas y hortalizas durante la poscosecha. | 28 |
| 3.6.1.Fisiología de frutas y hortalizas..... | 28 |
| 3.6.2.Factores intrínsecos de la respiracion | 377 |
| 3.6.3.Factores extrínsecos de la respiración..... | 388 |
| 3.7.Maduracion y metabolismo de poscosecha | 41 |
| Generalidades..... | 41 |
| 3.7.1. Metabolismo de maduracion de frutas y hortalizas | 42 |
| 3.7.1.1. Respiración..... | 42 |
| 3.7.1.2. Transpiracion..... | 433 |
| 3.7.1.3. Produccion de etileno..... | 44 |
| 3.7.2.Maduracion de las frutas | 45 |
| 3.7.3.Índice de madurez | 47 |
| 3.7.3.1.Consecuencias de una recolección en época inadecuada.... | 488 |
| 3.7.4.Control de la maduración..... | 501 |
| 3.7.5. Frutas climatericas | 50 |

| | |
|---|-----|
| 3.8. Microorganismos causantes de deterioro poscosecha. | 53 |
| 3.8.1. Infeccion poscosecha | 53 |
| 3.8.2. Factores que afectan el desarrollo de la infecci3n | 54 |
| 3.8.3. Control de las p3rdidas de poscosecha..... | 54 |
| 3.8.3.1.Poscosecha | 54 |
| 3.8.3.2.Tratamientos f3sicos | 55 |
| 3.8.3.3.Tratamientos qu3micos..... | 55 |
| 3.8.4. Factores poscosecha que influyen en la calidad | 56 |
| 3.8.4.1.Recoleccion..... | 57 |
| 3.8.4.2.Transporte y manipulaci3n | 57 |
| 3.8.4.3.Almacenamiento | 58 |
| 3.9. Generalidades y fundamentos de las operaciones de poscosecha de frutas y hortalizas..... | 588 |
| 3.10.Almacenaje de frutas y hortalizas | 65 |
| 3.10.1. Controles de almacenamiento..... | 66 |
| 3.10.1.1. Control de procesos vegetales perjudiciales. | 66 |
| 3.10.1.2. Control de la respiracion. | 67 |
| 3.10.1.3. Control de la transpiraci3n..... | 67 |
| 3.10.2.Factores que afectan el almacenamiento de frutas y hortalizas..... | 68 |
| 3.10.2.1. Factores de la prerecolecti3n..... | 68 |
| 3.10.2.2. Practicas de cosecha y manejo..... | 68 |
| 3.10.2.3. Preenfriamiento..... | 68 |
| 3.10.2.4. Limpieza..... | 69 |
| 3.11.Empaques, embalajes (funci3n, tipo y uso)..... | 69 |
| 3.11.1. Definiciones: | 69 |
| 3.11.1.1. Envase: | 69 |
| 3.11.1.2. Embalaje: | 70 |
| 3.11.1.3. Empaque: | 70 |
| 3.11.2. Los alimentos y su envasado..... | 70 |
| 3.11.3. Alteraciones que se pueden producir en los alimentos..... | 70 |
| 3.11.4. Funciones y requisitos..... | 72 |
| 3.11.5. Funci3n de protecci3n | 73 |
| 3.11.6. Relaci3n entre factores | 73 |
| 3.11.7. Materiales para envases o empaques..... | 74 |
| 3.11.7.1. Tipos de envases o empaques | 74 |
| 3.11.8. Clases de envases o empaques..... | 76 |
| 3.11.8.1.Empaques de madera | 77 |
| 3.11.8.1.1.Aspectos generales..... | 77 |
| 3.11.8.1.2.Caracter3sticas | 77 |
| 3.11.8.2.Empaques de fibras naturales y artificiales..... | 78 |
| 3.11.8.2.1.Aspectos generales..... | 78 |
| 3.11.8.2.2.Materias primas | 78 |
| 3.11.8.2.3.Caracter3sticas | 79 |
| Conclusiones..... | 82 |
| Recomendaciones..... | 83 |

| | |
|----------------------------------|------------|
| Referencias bibliograficas | 84 |
| Anexos | 86 |
| Glosario de términos | <u>911</u> |

LISTA DE TABLAS TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: clasificación de frutas desde un punto de vista botánico..... | 5 |
| Tabla 2 Ejemplos de órganos o de fragmentos de vegetales utilizados como hortalizas..... | 6 |
| Tabla 3. Contenido medio de componentes de diversas clases de frutas (excepto vitaminas)..... | 13 |
| Tabla 4. Contenido medio de vitaminas y elementos vestigiales de diversas clases de fruta (por 100 g de porción comestible.) | 14 |
| Tabla 5. Contenido medio de componentes de diversas clases de hortalizas (excepto vitaminas)..... | 15 |
| Tabla 6. Contenido medio de vitaminas y elementos traza en distintas clases de hortalizas (por 100 g de sustancia fresca). | 16 |
| Tabla 7. Contenido en azúcares (g/100g de peso fresco) de algunas frutas maduras y hortalizas. | 17 |
| Tabla 8. Frutas y hortalizas ricas en azúcares (g/100g). | 18 |
| Tabla 9. Frutas y hortalizas en las que predomina el ácido cítrico o málico. | 19 |
| Tabla 10. Riqueza en vitamina C, vitamina A y ácido fólico de algunas frutas y hortalizas. | 21 |
| Tabla 11. Clasificación de las frutas y hortalizas por su riqueza en 10 vitaminas y minerales y contribución al contenido en vitaminas y minerales. | 22 |
| Tabla 12. Sensibilidad de Frutas y Hortalizas a Bajas Temperaturas..... | 24 |
| Tabla 13. Ejemplos de frutas climatericas y no climatericas..... | 52 |
| Tabla 14: Índices De Madurez De La Mandarina..... | 87 |
| Tabla 15: Índices De Madurez De La Naranja | 88 |
| Tabla 16: Índices De Madurez Del Plátano | 89 |
| Tabla 17: Índices De Madurez De La Manzana..... | 90 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura N° 01. Las frutas y hortalizas son órganos vivos de plantas antes y después de la cosecha..... | 29 |
| Figura N° 02. Mandarina | 887 |
| Figura N° 03. Naranja..... | 888 |
| Figura N° 04. Platano | 899 |
| Figura N° 05. Manzana | 900 |

RESUMEN

El deterioro de las frutas y hortalizas influyen una serie de factores ambientales: temperatura, tanto alta como baja, la humedad y sequedad, el aire y más particularmente el oxígeno, la luz, el tiempo.

Las causas del deterioro de las frutas y hortalizas presentan un carácter diferente dependiendo del tipo de cambios que intervengan. Para evitar estas alteraciones es necesario establecer un adecuado manejo poscosecha, el cual es necesario establecer operaciones de poscosecha, donde tengan un control de riguroso de la calidad de las frutas y hortalizas.

El trabajo tuvo como objetivo el estudio del manejo poscosecha de frutas y hortalizas, por ser productos perecederos cuando se conserva en condiciones inadecuadas de temperatura, humedad relativa y empaque, con el fin de contribuir a mejorar las condiciones socio económicos del productor a través de investigaciones dirigida al desarrollo sostenible, como resultado del estudio se conoció la existencia de frutas climatéricas y no climatéricas.

INTRODUCCIÓN

Las frutas y hortalizas han formado parte de la dieta humana desde los albores de la historia. Sin embargo, solo en tiempos recientes se ha reconocido su importancia nutricional en términos reales. La imagen pública de las frutas y hortalizas ha mejorado considerablemente debido a los avances de la nutrición y los profesionales de la salud, especialmente en los países desarrollados, recomiendan hoy aumentar el consumo de frutas y hortalizas y limitar el de los alimentos de origen animal.

La demanda actual de alimentos frescos hace necesario implementar sistemas de conservación que nos permitan tener en nuestras mesas productos inocuos y de excelente calidad, y que durante el proceso de conservación no se afecten las características nutricionales y organolépticas que traen desde el cultivar. El manejo poscosecha es una operación de vital importancia, por lo que el producto como materia prima o procesado debe llegar al consumidor en las mejores condiciones de inocuidad, sin perjudicar al trabajador y conservando el ambiente (COLLADO *et al*, 2002)

El tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas puede definirse como todo método de tratamiento que va a prolongar la vida útil de estas, de forma que mantengan en grado aceptable su calidad, incluyendo color, textura y aroma. (ESCOBAR, 1996)

I. ANTECEDENTES

Es el conjunto de prácticas post-producción que incluyen la limpieza, lavado, selección, clasificación, desinfección, secado, empaque y almacenamiento, que se aplican para eliminar elementos no deseados, mejorar la presentación del producto, y cumplir con normas de calidad establecidas, tanto para productos frescos, como para procesados (**FAO, 2002**).

Muchos productos agrícolas requieren un manejo de poscosecha rápido y eficaz a fin de no perder sus condiciones exigidas por la demanda. Por ejemplo la semilla de palma africana si no se elabora inmediatamente se acidifica y se pierde. Los tomates, destinados a la elaboración de salsas, se recogen rojos (con alto contenido de vitamina C) y deben transformarse tan pronto son cosechados (**IICA, 1987**).

Montañez, 2012, sostiene que la gastronomía peruana está en un momento de despegue a nivel mundial, durante los últimos 10 años, el estado y el sector privado han promovido la difusión de la comida nacional tanto dentro del país como fuera de este. Como parte de la campaña se han promovido otros productos asociados a este rubro, como es el caso de las papas nativas andinas, el pisco, la chirimoya, la palta, uvas, entre otros productos que por sus características son únicas y de alta calidad.

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ **Estudio del manejo poscosecha de frutas y hortalizas**

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ **Conocer los cambios fisiológicos presentes en frutas y hortalizas.**

- ✓ **Conocer procedimientos o métodos para el manejo poscosecha de frutas**

- ✓ **Conocer el Manejo poscosecha de las hortalizas.**

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. FRUTAS Y HORTALIZAS

Las frutas y hortalizas son especies vivas que siguen respirando después de la cosecha, es decir absorben oxígeno y expelen bióxido de carbono. La respiración va acompañada de la transpiración del agua contenida en las células. Es por esta transpiración que la frutas y hortalizas se marchita. El estado de madurez de las frutas y hortalizas es importante para obtener un producto con las características deseadas (**INDUSTRIA RURALES, 1984**).

Todos aquellos materiales obtenidos de la explotación hortícola y frutícola y exclusiva o prioritariamente destinados en calidad de alimentos al consumo humano directo, a su acondicionamiento y preparación culinaria o a su procesamiento y transformación industrial (**IICA 1987**).

La vitamina C (ácido ascórbico) es un nutriente importante presente en frutas y hortalizas porque el organismo humano es incapaz de sintetizarla. Las frutas y hortalizas pueden ser fuentes importantes de carbohidratos, minerales y proteínas así como de otras vitaminas (**FAO 1987**).

3.2. CLASIFICACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS

3.2.1. Clasificación de frutas

Se entiende por frutas todos aquellos frutos comestibles de plantas perennes. El concepto fruto comprende también frutos compuestos, inflorescencias y núcleos de semillas. Se distinguen los siguientes grupos (Tabla 1) (**HORST 2001**).

Tabla 1: Clasificación de frutas desde un punto de vista botánico

| CLASIFICACIÓN | TIPOS | EJEMPLO |
|--|--|---|
| Frutos carnosos simples (derivados de una sola flor) | Drupa | Albaricoque (damasco), Ciruela, Melocotón (durazno) |
| | Baya | Uva, Arándano |
| | Hesperidio | Naranja, Limón, Mandarina |
| | Pepónide | Melón, Sandía |
| | Heterio o pseudocarpo | Fresa (frutilla) |
| | Pomo | Manzana, Pera |
| | Frutos carnosos compuestos (derivados de una inflorescencia) | Sorosis |
| | Sicono | Higo |
| | Cenocarpo | Piña tropical |
| Frutos secos dehiscentes | | Guisante |
| Frutos secos indehiscentes | | Nuez |

Fuente: BOURGEOIS & TIRILLY, 2002

3.2.2. Clasificación de hortalizas

Naturaleza de estos productos

En principio los alimentos que se consumen como hortalizas pueden ser diferentes órganos de plantas muy diversas (Tabla 2) (BOURGEOIS & TIRILLY 2002).

Tabla 2. Ejemplos de órganos o de fragmentos de vegetales utilizados como hortalizas.

| Partes del vegetal | Hortalizas correspondientes |
|--------------------|--|
| Plántulas enteras | Brotes de "soja", de rábano, de alfalfa, esparrago, |
| Tallos | colirrabano |
| Hojas | |
| • Enteras | Acelga, col, cebollino, berro, espinaca, lechugas, canónigo, acedera, perejil, cardillo |
| • Bases foliares | Puerro |
| • Peciolos | Apio, hinojo, ruibarbo |
| Yemas | Col de Bruselas, endivia, brote de bambú |
| Inflorescencias | Alcachofa, brócoli, coliflor |
| Frutos | |
| • Carnosos | Berenjena, pepino, pepinillo, calabaza, calabacín, guindilla, plátano, pimiento, calabaza, tomate. |
| • Secos | |
| - Inmaduros | Gombo, judía verde, maíz dulce. |
| - Maduros | Trigo, castañas, nuez, avellana, arroz |
| Semillas | Haba, judía, lenteja, guisantes |
| Raíces | Remolacha, zanahoria, apio nabo, mandioca, nabo, chirivía, batata, rábano, rábano blanco, colinabo, salsifí. |
| Bulbos | Ajo, chalota, cebolla |
| Tubérculos | Crosne e Japón, ñame, patata, taro, pataca |
| Rizomas | Jengibre, loto |
| Carpóforos | hongo |

Fuente: BOURGEOIS & TIRILLY 2002

3.3. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN

Las estructuras de las que se derivan las frutas y las hortalizas tienen considerables repercusiones sobre las recomendaciones adecuadas para su conservación poscosecha. En general, las estructuras aéreas van recubriéndose, a lo largo del crecimiento y maduración, con una capa protectora, de cera, que reduce a transpiración. En cambio, las raíces están desprovistas de estas capas protectoras y deben almacenarse a humedades relativas altas, para reducir las pérdidas de agua. (WILLS & McGLASSON 1999).

El tejido celular de los frutos está constituido por células parenquimatosas, donde tienen lugar los procesos vitales más importantes de las plantas (formación, conducción y almacenamiento de nutrientes, metabolismo hídrico).

3.3.1. COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRICIONAL FRUTAS Y HORTALIZAS

3.3.1.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS FRUTAS Y HORTALIZAS

En primera instancia consideramos a estos productos integrados por dos grandes fracciones primarias:

➤ **Materia seca:**

Está constituida por todos los compuestos o sustancias orgánicas e inorgánicas que son a la vez substratos y productos de los complejos procesos metabólicos y de las intrincadas reacciones bioquímicas que han dado origen a cada material biológico y las que al mismo tiempo se producen. En consecuencia dicha materia tiene que ofrecer una naturaleza química en extremo variada, variable y compleja, de acuerdo con cada producto.

Naturalmente los productos hortifrutícolas difieren entre sí por lo que concierne a los contenidos y proporciones de sus respectivos

componentes, grupos o clase de componentes. Ellos presentan una composición química de extrema variedad, especialmente si la comparamos con la composición que los productos de origen animal que en su conjunto ofrecen. Es una característica prominente de los alimentos y productos de origen vegetal. En la composición natural y normal de estos productos bien podemos encontrar desde los diversos principios nutritivos, pasando por compuestos inútiles o inoocuos, hasta llegar a sustancias deseables o indeseables, carbohidratos, ácidos, pigmentos, ligninas, gomas, mucilagos, resinas, aceites esenciales, taninos, sustancia amargas, alcaloides y muchos otros componentes. Salvo el agua -componente único- cada uno de estos grupos o clases puede estar representado por la variedad de sus integrantes en muy variadas proporciones.

➤ **Agua**

Con tal constituye el componente fundamental y crítico de los productos hortifrutícolas. Ello es apenas natural si tenemos en mente la multiplicidad de funciones esenciales y definitivas que ella desempeña no solo desde el punto de vista de la organización biológica, constitución y fisiología de dichos materiales, sino también desde el punto de vista del manejo y la conservación de los mismos en poscosecha. Citemos algunas de estas funciones del agua en los procesos y productos biológicos:

- En su condición de componente básico de las frutas y hortalizas, ella actúa como nutriente esencial a la vez que cumple una misión decisiva en la configuración de los caracteres organolépticos y las propiedades fisicoquímicas de estos materiales alimenticios (apetencia, textura, consistencia, elasticidad y además propiedades reológicas) (IICA, 1987).

- Ella participa como reactivo imprescindible en muy variados procesos fisiológicos propios de los productos de que forma parte;
- Ella interviene como el medio biológico ideal en que se producen los fenómenos metabólicos del tejido orgánico del cual ella es constituyente;
- Ella hace que ciertos procesos bioquímicos continúen produciéndose en la posrecolección, toda vez que cataliza, dirige y regula tales reacciones, particularmente a través de las correspondientes y específicos sistemas enzimáticos;

Esta agua corresponde no solo a aquella adherida a la superficie de los productos, sino también y más que todo a la asociada de los productos, sino también y más que todo a la asociada íntimamente como tal a ellos y por tanto incorpora, mediante variadas fuerzas de atracción, a la naturaleza y composición química de dichos materiales. Ella se encuentra allí abajo diferentes formas, de acuerdo con su grado de asociación y relación con la estructura física y naturaleza química de los tejidos y productos.

Con base en estos diferentes tipos y grados de incorporación suelen distinguirse cuando menos cuatro formas de agua asociada a los productos hortícolas y frutícolas:

- Agua capilar, esto es el agua retenida en la finísima red de espacios capilares extracelulares que se encuentran dentro de los tejidos vegetales alimentarios. Tratándose de agua integrante del complejo fluido extracelular, que ella tendrá desde luego una

presión de vapor marginalmente más baja que la del agua libre a la misma temperatura;(IICA, 1987).

- Agua de solución, esto es fundamentalmente el agua de fluido intracelular de los tejidos biológicos. Esta agua puede contener variables cantidades de sustancias y nutrientes solubles en ella, como azúcares, sales minerales, ácidos orgánicos, aminoácidos, vitaminas, pigmentos. Su presión de vapor será por tanto inferior a la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura;
- Agua absorbida, esto es el agua retenida mediante unión a los puntos electrostáticamente activos de las grandes moléculas integrantes de los tejidos hortifrutícolas, como las proteínas y los carbohidratos complejos. Su presión de vapor también tendrá que ser menor que la del agua pura;
- Agua de composición, esto es el agua combinada mediante unión química específica con las sustancias constitutivas de los tejidos de las frutas y hortalizas. Por ejemplo las proteínas de tales tejidos contienen gran parte de esta agua de composición. Asimismo los hidratos formados por algunas sales minerales presentes en los alimentos constituyen otro ejemplo de agua de composición. Naturalmente la presión de vapor de esta forma de agua será muy baja si se la compara con las formas precedentes (IICA, 1987).

La relación entre el contenido de agua o humedad del producto y la humedad relativa del aire que lo rodea se denomina actividad acuosa (A_a) y constituye una característica importante del sistema formado por el producto o alimento y su atmósfera circundante.

Por tanto la actividad acuosa (A_a) del producto equivaldrá a la relación entre la presión parcial (p) del agua del alimento y la presión de vapor de agua pura (p_o) a la misma temperatura y tendrá la siguiente expresión matemática:

$$A_a = p/p_o$$

Sin embargo debemos tener siempre en cuenta que el deterioro de los alimentos, junto con la actividad acuosa intervienen otros factores, parcialmente la temperatura.

Clasifiquemos los tipos de descomposición o deterioro de los alimentos en la siguiente forma y con el fin de esquematizar el papel del agua en dichos fenómenos:

- Deterioro biológico, determinando (a) por los procesos biológicos de respiración, cuando el alimento constituye en si mismo un tejido biológico y un organismo viviente, como serian ejemplos de las frutas y hortalizas; (b) por los parásitos y patógenos que pueden estar presentes en el alimento y atacar su integridad.
- Deterioro físico y químico, determinado por las alteraciones que se presentan en los alimentos como consecuencia de cambios físicos y químicos que en ellos pueden presentarse.

La actividad acuosa debe estar entre un 0.97 y 1.0 para que se produzca la germinación de materiales alimenticios que a la vez constituyen semillas.

Los insectos requieren una óptima actividad acuosa entre 0.50 y 0.80, pero en general pueden sobrevivir con valores hasta de 0.40 **(IICA, 1987)**.

Solo hay unos pocos de ellos que pueden completar los ciclos de vida con actividades acuosas de hasta 0.05 y de reacciones no enzimáticas. La mayoría de las enzimas son inactivadas o cuando la actividad acuosa está por debajo de 0.85. Entre tales enzimas están por ejemplo las llamadas amilasas, las fenoloxidasas y las peroxidasa. Con todo, pueden existir enzimas que permanecen activas a valores muy bajos en la actividad acuosa.

El deterioro bioquímico, en que el agua desempeña también un papel de importancia, surge de procesos enzimáticos, reducido su acción en las zonas de los alimentos con poco contenido de humedad, mientras que en las partes del producto o en los alimentos en que hay agua y consideración capilar, las velocidades de las reacciones enzimáticas se incrementan en alto grado. La acción de estas enzimas surte diversos efectos en relación con la calidad y la conservación de los alimentos.

3.3.1.2. ESTRUCTURA FÍSICA DE LAS FRUTAS Y HORTALIZAS

Las frutas y hortalizas, al igual que la gran mayoría de los alimentos y materia primas alimenticias, tienen estructura celular y bajo tal forma son y deben ser ingeridas, cosechadas, manipuladas, empacadas, transportada, almacenadas, conservada, analizadas, inspeccionadas, acondicionadas, en fin, para su comercialización, preparación culinaria, procesamiento y transformación industrial (IICA, 1987).

En las tablas 3 y 4 demuestran que la fruta carece de importancia como fuente de energía; son excepción los frutos con pericarpio leñoso (fruta con cascara). Es esencial, en cambio, el contenido de vitaminas, sales minerales, elementos vestigiales, hidrato de carbono, ácidos y esteroides (HORST, 2001).

Tabla 3. Contenido medio de componentes de diversas clases de frutas (excepto vitaminas).

| Clase de fruta | Agua % | Proteína % | Grasa % | Hidratos de carbono % | Fibra cruda % | Sales minerales % | Valor energético kJ/100 g |
|----------------|--------|------------|---------|-----------------------|---------------|-------------------|---------------------------|
| Manzana | 85 | 0,3 | 0,3 | 12 | 1,0 | 0,4 | 200 |
| Cereza | 84 | 0,7 | 0,5 | 13 | 0,5 | 0,5 | 270 |
| Ciruela | 85 | 0,7 | 0,2 | 12 | 0,7 | 0,5 | 210 |
| Melocotón | 86 | 0,7 | 0,1 | 11 | 0,7 | 0,5 | 175 |
| Grosella negra | 82 | 1,0 | 0,1 | 10 | 5,6 | 0,6 | 195 |
| Fresa | 88 | 0,9 | 0,4 | 8 | 1,4 | 0,6 | 155 |
| Plátano | 75 | 1,1 | 0,2 | 21 | 1,0 | 1,0 | 255 |
| Naranja | 88 | 1,0 | 0,3 | 9 | 0,5 | 0,5 | 165 |
| Limón | 90 | 0,7 | 0,6 | 7 | 0,9 | 0,5 | 75 |

Fuente: HORST, 2001

TABLA 4. Contenido medio de vitaminas y elementos vestigiales de diversas clases de fruta (por 100 g de Porción comestible.)

| Clase de fruta | β caroteno | B ₁ | B ₂ | Amida del | B ₆ | C | Cu | Zn | Mn | I | Co | F |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|-----|-------|------|-------|---------|---------|-------------|
| | mg | mg | mg | ácido nicotínico | mg | mg | mg | mg | mg | μ g | μ g | |
| Manzana | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,2 | 0,05 | 12 | 0,09 | - | - | 1,6 | - | 8 μ g |
| Cereza | 0,3 | 0,03 | 0,03 | 0,3 | 0,05 | 11 | 0,094 | 0,15 | 0,063 | 1,0 | 1,6 | 0,018 mg |
| Ciruela | 0,2 | 0,07 | 0,04 | 0,5 | 0,05 | 6 | 0,093 | 0,07 | 0,082 | 1,0 | 0,9 | 1,8 μ g |
| Melocotón | 0,5 | 0,04 | 0,05 | 0,8 | 0,03 | 11 | 0,05 | 0,02 | 0,11 | 1,0 | - | 0,021 mg |
| Grosella negra | 0,1 | 0,05 | 0,03 | 0,3 | 0,08 | 136 | 0,02 | - | - | - | - | - |
| Fresa | 0,6 | 0,03 | 0,7 | 0,4 | 0,06 | 59 | 0,17 | 0,09 | - | 1,0 | - | 0,018 mg |
| Plátano | 0,3 | 0,04 | 0,05 | 0,7 | 0,5 | 11 | 0,2 | 0,28 | - | - | - | 0,023 mg |
| Naranja | 0,1 | 0,07 | 0,05 | 0,05 | 0,3 | 51 | 0,08 | - | - | 1,0 | - | - |
| Limón | 0,01 | 0,05 | 0,02 | 0,2 | 0,06 | 53 | | - | - | - | - | - |

Fuente: HORST, 2001

Las hortalizas apenas desempeñan papel como aportadores de energía. Su importancia para la fisiología de la nutrición deriva de su contenido en vitaminas, sales minerales, elementos vestigiales y sustancias de lastre, también resultan valiosas por su sabor. Las sustancias lastre (fibra bruta) son componentes indigestibles, en su mayor parte celulosa, que estimulan el peristaltismo intestinal y mejoran el aprovechamiento de los alimentos. Tabla 5 y 6. (HORST, 2001).

Tabla 5. Contenido medio de componentes de diversas clases de hortalizas (excepto vitaminas).

| Clase de fruta | Agua % | Proteína % | Grasa % | Hidratos de carbono % | Fibra cruda % | Sales minerales % | Valor energético kJ/100 g |
|------------------|--------|------------|---------|-----------------------|---------------|-------------------|---------------------------|
| Zanahoria | 90 | 1,0 | 0,2 | 7 | 1,0 | 0,8 | 121 |
| Remolacha roja | 89 | 1,5 | 0,1 | 7 | 1,0 | 1,0 | 160 |
| Repollo | 92 | 1,4 | 0,2 | 4 | 1,5 | 0,6 | 81 |
| Colinabo | 91 | 2,0 | 0,1 | 4 | 1,3 | 1,0 | 74 |
| Coliflor | 92 | 2,0 | 0,2 | 4 | 0,9 | 0,8 | 72 |
| Guisantes verdes | 76 | 6,5 | 0,4 | 14 | 2,0 | 1,0 | 156 |
| Pepinos | 97 | 0,6 | 0,2 | 1 | 0,5 | 0,6 | 30 |
| Tomates | 94 | 1,0 | 0,2 | 3 | 0,8 | 0,6 | 75 |
| Cebolla | 88 | 1,2 | 0,3 | 9 | 0,8 | 0,6 | 174 |
| Patata | 78 | 2,0 | 0,1 | 18 | 0,8 | 1,0 | 377 |

Fuente: HORST, 2001

TABLA 6. Contenido medio de vitaminas y elementos traza en distintas clases de hortalizas (por 100 g de sustancia fresca).

| Clase de fruta | β caroteno mg | B ₁ mg | B ₂ mg | Amida del ácido nicotínico mg | B ₆ mg | C mg | Cu mg | Zn mg | Mn mg | I μ g | Co μ g | F Mg |
|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|------|-------|-------|-------|-----------|-------------|------------|
| Zanahoria | 8,0 | 0,07 | 0,06 | 0,8 | 0,07 | 6 | 0,08 | - | - | 3,8 | 2,0 μ g | 0,04 |
| Remolacha roja | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,2 | 0,05 | 10 | 0,19 | 0,59 | 1,0 | - | 0,7 | 0,02 |
| Repollo | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,3 | 0,1 | 46 | 0,06 | - | 0,1 | 5,2 | - | 0,012 |
| Colinabo | 0,3 | 0,05 | 0,05 | 1 | 0,1 | 53 | 0,14 | - | 0,11 | 1,4 | - | - |
| Coliflor | 0,03 | 0,1 | 0,1 | 0,6 | 0,2 | 78 | 0,14 | 0,23 | 0,17 | 0,12 | - | 12 μ g |
| Guisantes verdes | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 2,1 | 0,2 | 26 | 0,38 | 2,65 | 0,66 | 4,2 | 3,0 μ g | 0,027 |
| Pepinos | 0,2 | 0,02 | 0,03 | 0,2 | 0,04 | - | 0,09 | 0,16 | 0,15 | 2,5 | - | 0,02 |
| Tomates | 0,8 | 0,06 | 0,04 | 0,5 | 0,1 | 24 | 0,09 | 0,24 | 0,14 | 1,7 | 9,0 μ g | 0,024 |
| Cebolla | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,2 | 0,1 | 9 | 0,08 | 1,4 | - | 2,0 | 0,013 | 0,042 |
| Patata | 0,03 | 0,1 | 0,05 | 1,2 | 0,2 | 15 | - | - | 0,15 | 4,5 | - | 0,05 |

Fuente: HORST, 2001

CARBOHIDRATOS

Los azúcares más importantes de las frutas y hortalizas son la sacarosa, la glucosa y la fructosa; el azúcar predominante varía con el producto de que se trate (**Tabla 7**). La glucosa y la fructosa se encuentran en todos los productos, y con frecuencia en tasas similares; la sacarosa solo se halla en aproximadamente dos tercios de las frutas y hortalizas conocidas. Los productos en los que el contenido en azúcares es más alto (**Tabla 8**) son básicamente en frutas tropicales y subtropicales, la uva es la única fruta de climas templados que aparece en la lista de los productos más ricos en azúcares; en esta lista no se encuentra ninguna hortaliza.

Tabla 7. Contenido en azúcares (g/100g de peso fresco) de algunas frutas maduras y hortalizas.

| Producto | Glucosa | Fructosa | Sacarosa |
|-----------|---------|----------|----------|
| Manzana | 3 | 6 | 2 |
| Platano | 4 | 4 | 10 |
| Remolacha | <1 | <1 | 8 |
| Pimiento | 2 | 2 | 0 |
| Cereza | 6 | 4 | 0 |
| Uva | 8 | 8 | 0 |
| Cebolla | 2 | 2 | 1 |
| Naranja | 2 | 2 | 4 |
| Guisante | <1 | <1 | 4 |
| Melocotón | 1 | 1 | 5 |
| Pera | 2 | 7 | 1 |
| Piña | 1 | 2 | 5 |
| Tomate | 1 | 1 | 0 |

* Cero, indica <0,1 g/ 100g

Fuente: WILLS & McGLASSON, 1999.

Tabla 8. Frutas y hortalizas ricas en azúcares (g/100g).

| Producto | Azúcares totales | Glucosa | Fructuosa | Sacarosa |
|----------------------------|---------------------|---------|-----------|----------|
| Plátano | 17 | 4 | 4 | 10 |
| Fruta del árbol del pan | 16 | 4 | 4 | 8 |
| Lichi | 16 | 8 | 8 | 1 |
| Caqui | 16 | 8 | 8 | 0 |
| Rambután | 16 | 3 | 3 | 10 |
| Uva | 15 | 8 | 8 | 0 |
| Onona | 15 | 5 | 6 | 4 |
| Granada | 14 | 8 | 6 | 0 |
| Carambola | 12 | 1 | 3 | 8 |
| Mango | 12 | 1 | 3 | 8 |

Fuente: WILLS & McGLASSON, 1999.

Las diferencias que aparecen en la **Tabla 8** entre el valor de los azúcares totales y la suma de los distintos azúcares son consecuencia del redondeo de los datos publicados por Wills R.B.H. *Composition of Australian Fresh Fruit and vegetables*, *Food Technol. Aust.* 39: 523-6:1987

PROTEÍNAS

La mayor parte de las proteínas de las frutas y hortalizas desempeñan papeles funcionales, y no de reserva como las de los cereales y los frutos secos; suelen ser enzimas. En virtud de su relativa escasez de proteína, las frutas y hortalizas frescas no constituyen un aporte importante de proteínas en la dieta.

LÍPIDOS

Los lípidos representan menos del 1% del peso fresco en la mayor parte de frutas y hortalizas y se hallan asociados, en estos productos.

La escasez de lípidos en la dieta se considera un factor positivo en la lucha contra la enfermedad coronaria. Esta es una de las razones por las que se recomienda aumentar el consumo de frutas y hortalizas.

ÁCIDOS ORGÁNICOS

La mayor parte de las frutas y hortalizas contienen tasas de ácido orgánicos que exceden de las necesidades para el funcionamiento del ciclo de los ácidos tricarbóxicos y otras rutas metabólicas. El exceso suele almacenarse en la vacuola, no estando, por tanto, en contacto con el resto de los componentes celulares. Los limones, la lima, la fruta de la pasión y las grosellas negras contienen más de 3 g de ácidos orgánicos/100 g. Los ácidos dominantes suelen ser el cítrico y el málico, dándose algunos ejemplos Tabla 9. Los ácidos dominantes son el tartárico, en las uvas, el oxálico en las espinacas y el isocárico en las zarzamoras. Con independencia de su importancia bioquímica, los ácidos orgánicos contribuyen considerablemente al sabor, particularmente en el caso de las frutas; el sabor desecado de una determinada fruta exige un balance adecuado de azúcares y ácidos.

Tabla 9. Frutas y hortalizas en las que predomina el ácido cítrico o málico.

| | Cítrico | | Málico |
|----------|-------------------------|---------|-----------|
| Bayas | remolacha | Manzana | brécol |
| Cítricos | Hortalizas foliáceas | Plátano | Zanahoria |
| Guayaba | Leguminosas | Cereza | Apio |
| Pera | Patata | Melón | Lechuga |
| Piña | Ciruela | Cebolla | |
| Tomate | | | |

Fuente: WILLS & McGLASSON, 1999

VITAMINAS Y MINERALES

La vitamina C (el ácido ascórbico) es solo un constituyente minoritario de las frutas y hortalizas, pero tiene enorme importancia en la prevención del escorbuto. Las necesidades diarias de vitamina C son de unos 50 mg y muchos alimentos de este grupo contienen dosis de este orden en menos de 100 g de peso.

Las frutas y hortalizas pueden ser también excelentes fuentes de vitamina A y de ácido fólico, suministrando ordinariamente alrededor de un 40% de las necesidades dietéticas diarias.

En las frutas y hortalizas se hallan presentes muchas otras vitaminas y minerales, pero su contribución a la cobertura de las necesidades dietéticas es generalmente escasa.

En la Tabla 10, se recogen los límites entre los que oscila la riqueza en vitaminas C y A y ácido fólico de las frutas y hortalizas

La contribución de las diversas frutas y hortalizas al aporte de nutrientes depende, no solo de su riqueza en ellos, sino también de la cantidad del producto que es consumida. La tabla 11 intenta conjugar ambos factores; muestra la concentración relativa de los 10 minerales y vitaminas más importantes en algunas frutas y hortalizas y la relevancia de estas en la dieta.

Tabla 10. Riqueza en vitamina C, vitamina A y ácido fólico de algunas frutas y hortalizas.

| Producto | Vitamina C (mg/100 g) | Producto | Vitamina A, equivalente en β -caroteno (mg/100 g) | Producto | Ácido fólico (μ /100 g) |
|--|--------------------------|---------------|--|--------------------------|---------------------------------|
| Grosella negra, guayaba | 200 | Zanahoria | 10,0 | Espinaca | 80 |
| Chile | 150 | Boniato(rojo) | 6,8 | Brécol | 50 |
| Brecol, coles de Bruselas | 100 | Perejil | 4,4 | Coles de Bruselas | 30 |
| Papaya | 80 | Espinaca | 2,3 | Coles, lechuga | 20 |
| Kiwi | 70 | Mango | 2,4 | Plátano | 10 |
| Cítricos, fresas ^{1,8} | 40 | Chile rojo | 1,8 | La mayoría de las frutas | <5 |
| Col, lechuga | 35 | Tomate | 0,3 | | |
| Mango, zanahoria | 30 | Albaricoque | 0,1 | | |
| Piña, plátano, patata, tomate, mandioca | 20 | Plátano | 0,1 | | |
| Manzana, melocotón | 10 | patata | 0,0 | | |
| Remolacha, cebolla | 5 | | | | |

Fuente: WILLS & McGLASSON, 1999

TABLA 11. Clasificación de las frutas y hortalizas por su riqueza en 10 vitaminas y minerales y contribución al contenido en vitaminas y minerales.

| Riqueza en nutrientes | | Contribución de sus nutrientes a la dieta | |
|-----------------------|---------------|---|---------------|
| Producto | Clasificación | Producto | Clasificación |
| Brécol | 1 | Tomate | 1 |
| Espinaca | 2 | Naranja | 2 |
| Coles de Bruselas | 3 | Patata | 3 |
| Judías de lima | 4 | Lechuga | 4 |
| Guisantes | 5 | Maíz dulce | 5 |
| Espárragos | 6 | Plátanos | 6 |
| Alcachofas | 7 | Zanahorias | 7 |
| Coliflor | 8 | Repollo | 8 |
| Boniato | 9 | Cebolla | 9 |
| Zanahoria | 10 | Boniato | 10 |
| Maíz dulce | 12 | Guisantes | 15 |
| Patata | 14 | Espinacas | 18 |
| Repollo | 15 | Brécol | 21 |
| Tomate | 16 | Judías de lima | 23 |
| Plátano | 18 | Espárragos | 25 |
| Lechuga | 26 | Coliflor | 30 |
| Cebolla | 31 | Coles de Bruselas | 34 |
| Naranja | 33 | Alcachofas | 36 |

Fuente: WILLS & McGLASSON, 1999.

3.4. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LAS ALTERACIONES

El deterioro de frutas y hortalizas influyen una serie de factores ambientales: temperatura, la humedad y sequedad, el aire y más particularmente el oxígeno, y la luz, y junto a todas ellas, evidentemente, el tiempo, puesto que todas las causas de la degradación de los alimentos progresan con el tiempo.

3.4.1. TEMPERATURA

Dentro de la escala moderada de temperatura en la que se manejan los alimentos, de 10 a 38 °C, para cada aumento de 10 °C se duplica aproximadamente la velocidad de las reacciones químicas, incluyendo las velocidades tanto de reacciones enzimáticas como no enzimáticas.

El calor excesivo desnaturaliza las proteínas, rompe las emulsiones, destruye las vitaminas y reseca los alimentos al eliminar la humedad.

El frío no controlado también deteriora los alimentos, las frutas y hortalizas que se han congelado y descongelado. Estos daños por frío se presentan en algunas frutas y hortalizas como plátanos, limones, calabazas, tomates, etc. Que pueden presentar manchas y otros daños en la epidermis si se mantiene a temperaturas inferiores a 10 ° C. en la **Tabla 12** se recogen algunos de los daños que aparecen en frutas y hortalizas.

TABLA 12. Sensibilidad de Frutas y Hortalizas a Bajas Temperaturas.

| PRODUCTO | Temp. | daños si $0^{\circ}\text{C} < T \text{ alm.} < T_{\text{seg}}$ |
|-----------------|-----------------------------|--|
| Manzanas | 1 a 2°C | Ennegrecimiento interno |
| Aguacates | 7°C | Ennegrecimiento interno |
| Plátanos | 13°C | No toman color al madurar |
| Pepinos | 7°C | Áreas acuosas, descomposición |
| Berenjenas | 7°C | Manchas doradas, depresiones en la piel |
| Limones | | |
| Melones | 13 a 14°C | Depresiones en la piel, decoloración interna |
| Sandías | | |
| Naranjas | 5 a 10°C | Depresiones piel, descomposición superficial |
| Pimientos | | |
| Tomates verdes | 2°C | Depresiones en la piel, mal sabor |
| Tomates maduros | 1,5 a $2,5^{\circ}\text{C}$ | Depresiones en la piel, desecación interna |
| | 7°C | Decoloraciones cerca del cáliz |
| | 13°C | No toman color al madurar |
| | 10°C | Rotura de los tejidos |

Fuente: CASP Y ABRIL, 1999.

3.4.2. HUMEDAD Y SEQUEDAD

Muchos productos son sensibles a la presencia de agua física en su superficie, producidas por la condensación debida a cambios de temperatura, esta agua física puede producir hidropatías que habitualmente llevan la aparición de manchas y otros defectos superficiales. En el caso de alimentos vivos, como frutas y hortalizas, la humedad que se produce es debida a la respiración y transpiración de los mismos.

La presencia de agua interviene también en el desarrollo de los microorganismos. La cantidad más pequeña de condensación superficial es suficiente para permitir la proliferación de bacterias o el desarrollo de mohos.

3.4.3. AIRE Y OXIGENO

Los efectos que el oxígeno tiene sobre el desarrollo de los microorganismo, el aire y oxígeno ejerce efectos destructores sobre las vitaminas (particularmente las vitaminas A y C), sobre los colores, los sabores y otros componentes de los alimentos.

3.4.4. LUZ

La luz es responsable de la destrucción de algunas vitaminas, particularmente la riboflavina, la vitamina A y la vitamina C. además puede deteriorar los colores de muchos alimentos.

Los alimentos que tienen sensibilidad a la luz pueden ser fácilmente protegidos contra ella por medio de envases que no permita su paso (CASP Y ABRIL 1999).

3.5. MANEJO DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN POSCOSECHA, BASES CIENTIFICAS

3.5.1. POSCOSECHA O POSRECOLECIÓN

Lapso o periodo que transcurre desde el momento mismo en que el producto es retirado de su fuente natural y acondicionado en la finca hasta el momento en que es consumido bajo su forma original o sometido a la preparación culinaria o al procesamiento y transformación industrial (IICA, 1987).

Periodo muy variable por todos y cada una de las frutas y hortalizas, como consecuencia de variados factores intrínsecos y extrínsecos de cada producto: especie, variedad características físicas y bioquímicas, edad o estado de desarrollo, tipo de tejido u órgano, contenido de agua y comportamiento fisiológico, estructuras biológicas naturales de protección, nivel de sanidad, grado de madurez a que es o debe ser recolectado, la finalidad o uso a que será destinado como

alimento es si mismo o como materia prima industrial, las distancias entre los centros de producción y de consumo, las condiciones ambientales que lo rodean y rodearan, las medidas aplicables y los medios disponibles para su conservación en esta etapa poscultural.

3.5.2. MANEJO DE POSCOSECHA

Conjunto de operaciones y procedimientos tecnológicos tendientes no solo y simplemente a movilizar el producto cosechado desde el productor hasta el consumidor, sino también y más que todo a proteger su integridad y preservar su calidad de acuerdo con su propio comportamiento y características físicas, químicas y biológicas, durante todo su periodo de posrecolección: cosecha, acopio local o en finca, lavado y limpieza, selección, clasificación, empaque, embarque, transporte, desembarque, almacenamiento.

3.5.3. PERECIBILIDAD Y GRADO DE PERECIBILIDAD

Puesto que los productos agropecuarios constituyen materiales biológicos en su naturaleza intrínseca y en su procedencia, ellos son por esencias perecederos o perecibles. Simplemente forman parte y eslabón del proceso integral de la vida y, por tanto, como tales deben cumplir su propio papel dentro del ciclo biológico. Una rápida visión de este ciclo nos permite puntualizar dicho papel.

Dentro de esta perspectiva de transitoriedad, la diferencia entre los diferentes productos agropecuarios radica en el grado de Perecibilidad de cada uno de ellos. Sobre esta base y para fines de manejo y conservación en poscosecha, los alimentos y productos agropecuarios suelen ser clasificados así (IICA, 1987):

a) Productos muy perecederos

Los que se deterioran y alteran a la temperatura ambiente en un término que no excede las 48 horas, siempre y cuando ellos presenten una excelente o buena calidad.

Aquí están la mayoría de las carnes, aves y pescados, la leche y muchos derivados, las frutas y hortalizas blandas, jugosas, tiernas, inmaduras. Por cierto que dentro de esta clase predominan de modo absoluto aquellos productos y alimentos de mayor incidencia en la alimentación y economía del hombre y del país.

En la alimentación por el elevado aporte que ellos representan para el valor nutricional de la dieta; en la economía por los altos costos tanto de su producción y beneficio como las pérdidas derivadas de su mala producción y deficiente manejo.

b) Productos semiperecederos o simplemente perecederos.

Los que mediante un adecuado manejo pueden conservarse por unas pocas semanas sin mostrar deterioro serio y apreciable. A este grupo, que algunos consideran parte del primero, pertenecen los productos menos jugosos y los productos vegetales frescos con mayor grado de madurez

Aquí están las raíces y los tubérculos, ciertas frutas de maduración tardía, algunos productos cárnicos y derivados de la leche y de los huevos (IICA, 1987).

c) Productos poco perecederos o no perecederos

Aquellos que, viendo llegado a su plena madurez, han reducido en grado sustancial su contenido de agua, son esencialmente los granos secos, en particular los cereales y las legumbres.

3.6. MANEJO DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN POSCOSECHA, COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE FRUTAS Y HORTALIZAS DURANTE LA POSCOSECHA.

Es el período transcurrido entre el momento en que un producto es recolectado cuando llega a su madurez fisiológica, hasta cuando es consumido en estado fresco, preparado o transformado industrialmente **(MARTÍNEZ, LEE, CHAPARRO, & PÁRAMO, 2003)**.

Es un periodo muy variable para cada una de las frutas y hortalizas, como consecuencia de factores intrínsecos (fisiología de la planta, edad, especie o variedad, contenido de agua, grado de madurez, tamaño e integridad del producto) y extrínsecos (temperatura, humedad relativa, daños mecánicos, empaque, almacenamiento y transporte) de cada producto **(BOHÓRQUEZ, 2005)**.

3.6.1. FISIOLOGÍA DE FRUTAS Y HORTALIZAS

Durante la cosecha, las frutas y hortalizas se separan de su fuente natural de agua, nutrientes minerales y orgánicos, pero continúan viviendo como se puede observar en la figura 1. Obviamente este estado no puede durar indefinidamente, estando relacionado con el envejecimiento y muerte de los tejidos, lo cual depende de numerosos factores **(FAO, 1987)**.

Las frutas y hortalizas después de cosechadas continúan respirando y madurando lo que implica una serie de cambios estructurales, bioquímicos y de componentes que son específicos de cada producto; las frutas y hortalizas están expuestas además, a la pérdida de agua debido a la transpiración **(ARIAS, 2007)**.

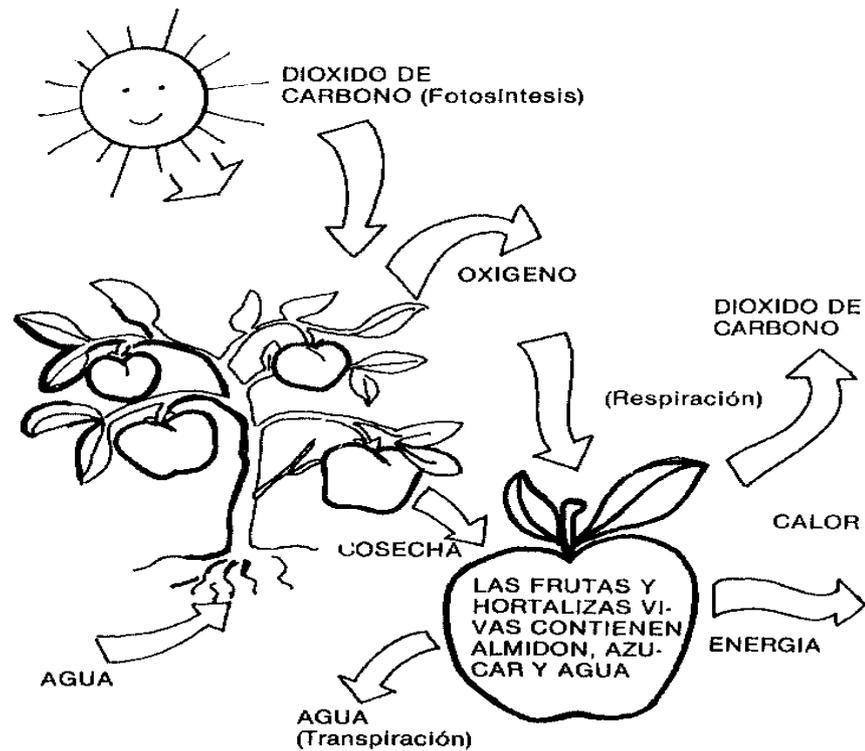


Figura N° 01. Las frutas y hortalizas son órganos vivos de plantas antes y después de la cosecha.

Fuente: FAO, 1987.

Las frutas y hortalizas modifican, alteran o reajustan su comportamiento fisiológico como respuesta obligada de sus células, tejidos, órganos y organismos a las nuevas condiciones, tratamientos y manipuleos a que son sometidos a partir de momentos mismos en que son cosechadas y retiradas de su fuente y medio natural de producción.

Son respuestas que se manifiestan a través de cambio, ajustes y aun desviación en los procesos bioquímicos que normalmente se producen en el interior de cada producto comprometido. Es obvio que los variados sistemas enzimáticos actuantes en la precosecha van a seguir ejerciendo su actividad catalíticas y reguladoras del metabolismo del tejido o producto ya recolectado, mientras los nuevos tratamientos y condiciones pos culturales no inactiven a dichas enzimas.

Dada la gran diversidad en su estructura y en sus características físicas y bioquímicas, los productos vegetales presentan así mismo una mayor complejidad y variedad en su comportamiento fisiológico y sus respuestas a los factores extrínsecos y ambientales de la poscosecha. Así, por ejemplo, retirados de su fuente y del medio natural que les asegure un contenido normal de agua, ellos pueden entrar en un estado de desequilibrio que se traduce en su simple fenómeno físico de diferencia de presiones de vapor entre el producto y el aire que los circunda.

El manejo y la conservación en poscosecha se hacen aún mucho más complejos para los casos de las cosechas perecederos y muy perecederos, especialmente representadas en las frutas y hortalizas. En primer lugar recordemos una vez que las frutas y hortalizas también son productos constituidos sobre la base de la unidad estructural determinada por la célula viviente.

1. Factores intrínsecos

Tales como especie, variedad, parte u órgano de la planta, anatomía del tejido, edad o grado de desarrollo y tamaño del producto en cada una de sus unidades, daños en su cascara, cutícula o pulpa, presencia de reguladores del crecimiento (IICA, 1987).

2. Factores extrínsecos o ecofisiológicos

Tales con humedad atmosférica relativa, temperatura, composición química del aire circundante del producto, movimiento del aire o ventilación.

Los fenómenos atañedores al comportamiento fisiológico de poscosecha en las frutas y hortalizas son perfectamente expresables en términos cuantitativos. Así, la transpiración mediante el agua liberada por unidad del producto u otro equivalente cualquiera; la

respiración por el oxígeno absorbido, el dióxido carbónico liberado, o el calor generado en el proceso respiratorio; la maduración por los cambios fisicoquímico y bioquímicos que acompañan a los procesos metabólicos dentro de las celular del órgano o tejido hortifrutícola.

Son pues diversas las unidades posibles para expresar los fenómenos fisiológicos, la velocidad a que ellos se producen y la intensidad de la respuesta a los factores intrínsecos y extrínsecos.

a. TRANSPIRACIÓN

La gran mayoría de las especies tiende a perder hacia la atmósfera circundante, bajo la forma de vapor, una alta proporción del agua absorbida del suelo y que no tome parte permanente en el desarrollo de los tejidos o en sus procesos metabólicos. Dicha pérdida de agua obedece a simples leyes físicas, y su control debe diseñarse conforme a dichas leyes y con miras minimizar el efecto de la transpiración.

Esta evaporación de agua desde el tejido mediante el proceso de transpiración puede producirse en cualquier parte de la planta expuesta al aire (IICA, 1987).

La presencia de ciertas estructuras y componentes en las capas superficiales del tejido, particularmente de las partes aéreas, determina cierta impermeabilidad al agua, por lo cual la transpiración se ve reducida en grado significativo. Sin embargo las hojas constituyen el principal órgano de la transpiración lo cual hace que la pérdida de agua en poscosecha se acentúa en las hortalizas foliares.

1. Formas transpiración

- **Transpiración estomica**- todos los órganos y tejidos de la planta que contengan estomas, de acuerdo con las condiciones que

determinan la apertura de dichas estructuras de intercambio gaseoso con el aire.

- **Transpiración cuticular**- evaporación del agua desde las celular epidérmicas, a través de la cutícula que las recubre y de acuerdo con el grado de desarrollo de dicha cutícula.

- **Transpiración lenticular** – evaporación a través de las lenticelos, en las frutas y tallos lignificados.

2. Factores intrínsecos de la transpiración

- Especie y variedad- cada producto ofrece sus característicos ritmos de transpiración, sobre la base de condiciones determinadas.

- Anatomía del tejido- diferentes productos, diferentes órganos o tejidos ofrecen diferentes velocidades de transpiración, bajo unas condiciones establecidas. Estas diferencias provienen tanto de diferencias funcionales como de diferencias estructurales (**IICA, 1987**).

- Diferencias en el funcionamiento y condiciones internas del tejido presiones osmóticas celulares, capacidades de imbibición del protoplasma y de las paredes celulares, comportamiento de las estomas.

- Diferencias estructurales: superficie total del producto, particularmente las hojas, espesor de cutícula, de acuerdo con el grado de madurez; presencia de pelos o vellosidades epidérmicas, lo que aumenta la transpiración; tamaño, distancia, distribución y peculiaridades de los estomas; relación entre la

superficie interna y expuesta y la superficie total de la hoja. Sin embargo es difícil si no imposible hacer inferencias generales sobre la velocidad relativa de la transpiración basada en las peculiaridades anatómicas, ya que muchas especies que desde este punto de vista debieran ofrecer una baja transpiración, en realidad elevadas pérdidas de agua cuando las condiciones ambientales son favorables de dicho proceso.

- Edad del tejido- cuando más joven o tierno es el tejido o producto tanto mayor será la transpiración, debido a que aún no se ha desarrollado plenamente la película cerosa impermeable o cutícula que controla la pérdida de agua. La evaporación tienen que ser mayor aun como consecuencias de la comúnmente mayor actividad fisiológica del producto inmaduro. Caso prominente las hortalizas y verduras, que deben cosecharse tiernas (**IICA, 1987**).
- Tamaño unitario del producto- factor estrechamente relacionado con su anatomía. Cuando más pequeña sea cada unidad mayor será la velocidad de transpiración, debido a que las unidades más pequeñas ofrecen mayor superficie de evaporación al aire. De aquí que por lo general las frutas más pequeñas presenten mayor transpiración o ritmo de pérdida de agua.
- Estado general e integridad del tejido producto- cuando más sano, integro e intacto tanto menor será la transpiración. Los golpes, fricciones, heridas, cortes y agrietamiento abra las puertas a las mayores pérdidas de agua. Esta incidencia es mucho mayor en los productos por naturaleza delicados o que por inmadurez no han desarrollado aun de modo completo sus estructuras y tejidos naturales de protección. El acto mismo de

cosecha, seleccionar, clasificar, empacar, acarrear, transportar podrá ocasionar daños que aumentan la transpiración.

3. Factores extrínsecos de la transpiración

- a. **Humedad relativa-** factor básico en la conservación del peso y la calidad del producto. Teóricamente y a una temperatura determinada, la humedad relativa debe mantenerse a 100% o al menos en el más alto nivel posible, respecto de la fruta u hortalizas, tanto en las unidades de empaque y transporte como en las bodegas y cámaras de almacenamiento. La humedad relativa actúa de modo siempre estrecho con la temperatura (IICA, 1987).

- b. **Exceso de agua-** las pérdidas se producen asimismo por exceso de agua durante las operaciones de limpieza y lavado de los tejidos alimentarios. El efecto es tanto más pronunciado cuando más prolongadas sean la acción del agua y la inmersión en ella, dentro de los procedimientos de preparación para el almacenamiento y empaque o para el tratamiento industrial o culinario. Métodos inadecuados de lavado y limpieza pueden generar considerables pérdidas de nutrientes. El ácido ascórbico y las vitaminas del complejo B, en especial la vitamina B₁, como también el sodio, potasio y calcio sufren pérdidas significativas, cuyo tamaño depende del método de procesamiento del producto alimenticio.

- c. **Temperatura- junto** y en íntima relación con la humedad relativa, la temperatura representa factor crítico y fundamentalmente de la transpiración en poscosecha. Ella puede ir asociada también a la acción de la luz, de acuerdo con

las condiciones ambientales que el producto cosechado se encuentre.

Al mantener alta la temperatura o al elevarla, aumentara la presión de vapor en el interior del tejido o producto respecto del exterior, lo cual aumentara el déficit de presión de vapor entre el ritmo de transpiración. La apertura de los estomas y con ello la transpiración estomica crece hasta alrededor de 25 a 30 °C, por encima de la cual empieza a ir decreciendo. Por el otro lado y en la mayoría de las especies vegetales, la apertura estomica no se produce a 0°C o alrededor o cerca de 40°C pueden inducir la reapertura de los estomas, en la oscuridad (IICA, 1987).

- d. **Movimiento del aire-** en términos generales el incremento en la velocidad y el desplazamiento del aire circundante determina incrementos en el ritmo de transpiración, dentro de ciertos límites. El vapor de agua acumulado en torno al tejido o producto, dentro de una atmosfera quieta, disminuye el gradiente de presión de vapor entre dicho tejido y el aire. Si este aire se mueve y desplaza, el vapor acumulado se dispersa se incrementa el déficit de presión de vapor y con él la transpiración.

b. RESPIRACIÓN

El término respiración designa dos grandes clases de fenómenos fisiológicos:

1. La absorción de oxígeno y la liberación de anhídrido carbónico que tienen lugar en desarrollo del metabolismo propio del tejido viviente.

2. Los complejos procesos bioquímicos y bioenergéticas que acompañan y determinan dicho intercambio gaseoso y que tienen lugar en el interior de las celular que integran el tejido o producto hortifruticola.

El consumo de oxígeno, la liberación de dióxido carbónico y al generación de calor son por tanto las manifestaciones externas y además mensurables de la respiración. De allí que se las utilice para determinar el ritmo y velocidad del proceso respiratorio en las frutas y hortalizas cosechadas.

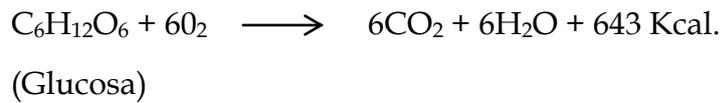
La respiración es el intrincado proceso metabólico mediante el cual el tejido vivo asegura el esencial suministro de energía necesaria para el mantenimiento de la actividad celular. Ella comprende todo el conjunto de reacciones que determinan la maduración (IICA, 1987).

Es un proceso de oxidación o combustión metabólicamente regulada de los alimentos, que consume oxígeno, produce anhídrido carbónico y genera energía que la célula y el tejido distribuyen así:

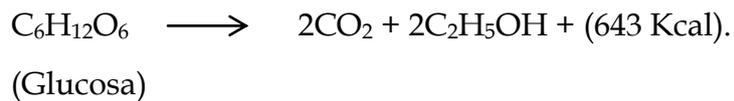
- Parte es acumulada en moléculas ricas en energía que es luego utilizada de acuerdo con las graduales necesidades biológicas del tejido y sus células;
- La energía sobrante es eliminada en forma de calor.

Los dos tipos de respiración:

1. **Respiración aerobia o simplemente respiración-** oxidación de los alimentos utilizando oxígeno del aire,. Con formación de dióxido carbónico y agua como productos finales de la combustión del nutriente quemado. Reacción general:



2. **Respiración anaerobia o fermentación-** oxidación del principio alimenticio sin utilizar el oxígeno, con generación de mucho menos cantidad de energía y con formación de alcohol y otras sustancias como productos finales, productos cuya acumulación excesiva es toxica para las células y llega a causarles la muerte. Reacción general:



(IICA, 1987).

3.6.2. FACTORES INTRINSECOS DE LA RESPIRACION

- **Especie y variedad-** determinan notorias diferencias características en la velocidad e intensidad respiratoria de cada producto, sea que la respiración se mida por el oxígeno consumido, el dióxido carbónico liberado, por el calor generado o por cualquiera otra forma de medición y expresión. Dado que desde el punto de vista del manejo y conservación poscosecha la forma más práctica de expresar la actividad respiratoria es el calor eliminado del producto por unidad de peso y de tiempo.
- **Parte u órgano de la planta-** de modo general y aproximado las partes foliares y verdes tienen mayor intensidad respiratoria que las frutas y estas más que las raíces.

- **Edad del producto-** los productos tiernos y jóvenes presentan mayor actividad respiratoria que los maduros, a causa de la mayor actividad metabólica.
- **Parte del órgano o tejido-** inclusive las distintas partes de un órgano pueden diferir entre si en cuanto hace a sus actividad respiratoria. Por ejemplo esta es mayor en la cascara que en la pulpa de las manzanas. Existe correlación entre velocidad de respiración y el número de células presentes en un peso dado de producto.
- **Tamaño unitario del producto-** proporción inversa con su área superficial total y proporción directa de esta mayor área total con la intensidad respiratoria.
- En otras palabras y, por lo general, cuanto menor sea el tamaño de cada fruto tanto mayor será su respiración, ya que la superficie total relativa es también mayor. Sin embargo puede haber frutas grandes que de por si presentan altas velocidades de respiración, por lo cual pueden deteriorarse más rápido que frutas más pequeñas. El deterioro es agravado por el hecho de que las frutas grandes pueden ofrecer mayores posibilidades de sufrir daños mecánicos en su cascara y tejido superficiales.

3.6.3. FACTORES EXTRÍNSECOS DE LA RESPIRACIÓN

a. Temperatura

Efectos cualitativos y cuantitativos. Dentro de los límites y márgenes biológicos la temperatura creciente acelera el ritmo respiratorio como cualquier reacciones químicas, toda vez que se produce un natural incremento en la acción catalítica de las enzimas del tejido viviente (IICA, 1987).

Este aumento en la respiración conduce a una mayor producción de calor y este a su turno eleva aún más la velocidad de respiración, particularmente durante el transporte el almacenamiento, hasta llegar a los límites máximos tolerados por el producto, rebasados los cuales los procesos metabólicos normales comienzan a verse interferidos y trastornados, con los consiguientes deterioros en la calidad de la fruta u hortaliza.

b. Composición de la atmosfera

Segundo factor externo o ambiente y por ende controlable, que indique en la composición del aire que los rodea, en los empaques, unidades de transporte y bodegas de almacenamiento.

Si hay abundante acceso de aire puro y por tanto oxígeno a las diversas unidades del producto, el complejo proceso respiratorio se incrementara y aun podrá ser excesivo, con sus desfavorables efectos. Si en cambio dicho acceso de aire renovado es restringido por una reducida o mala ventilación, la atmosfera circundante se sobrecarga de dióxido de carbono y podrían alcanzarse niveles de este gas que desencadenarían fermentaciones, otras reacciones metabólicas anómalas y trastornos fisiológicos nocivos a la integridad y calidad del producto. La situación se hace más compleja y difícil si se trata de productos como ciertas frutas que durante su maduración liberan gas etileno, inductor de maduraciones artificiales. El exceso de dióxido de carbono y la presencia de etileno afectaran no solo al producto en sí mismo, sino también a otros productos almacenados junto con él (IIICA, 1987).

El comportamiento de las frutas y hortalizas frente a la composición del aire que las rodea, y particularmente frente a las proporciones relativas de oxígeno y dióxido carbónico, constituye un segundo factor y adicional medio para retardar la respiración, regular la maduración y por ende prolongar el periodo de poscosecha. Ciertamente la reducción de la temperatura constituye el medio natural, obvio y más asequible para prolongar la vida empaques, transporte y almacenamiento de las frutas y hortalizas.

Sin embargo la posibilidad de que se presenten daños por enfriamiento y trastornos fisiológicos establecen una limitación que hace necesario buscar procedimientos y técnicas complementarias tendientes a reducir la actividad respiratoria de tales productos y controlar su maduración durante el almacenamiento.

Naturalmente las presencias parciales del oxígeno y del dióxido carbónico en el aire circundante, como también las velocidades de difusión de tales gases respecto del tejido, ejercen una marcada influencia sobre el metabolismo del producto. Si se reduce la concentración de oxígeno en el aire, o si se incrementa la proporción de anhídrido carbónico, o si se combinan estos dos procedimientos, se hace posible controlar o ayudar a controlar y reducir la velocidad de respiración. Es el llamado **almacenamiento en atmosfera controlada o modificada (IICA, 1987)**.

Cada producto horticola tiene un límite mínimo de oxígeno, o un nivel máximo de dióxido carbónico, o una relación específica entre esos gases, a los cuales dicho producto puede reducir su ritmo respiratorio, controlar su maduración y prolongar su periodo postcultural sin que su calidad sufra daño y deterioro.(IICA 1987).

3.7. MADURACION Y METABOLISMO DE POSCOSECHA

GENERALIDADES

Cuando la fruta y hortalizas se separan de la planta, no recibe más agua ni nutriente y la fotosíntesis cesa. Sin embargo prosigue la respiración del tejido, así como otras diversas reacciones enzimáticas, entre las que se incluyen la síntesis de pigmento e incluso de enzimas. Aun es más, en el caso de algunas hortalizas recogidas antes de la maduración, el crecimiento puede proseguir después de la cosecha.

Las principales reacciones que intervienen son las que acompañan a la respiración. A actividad respiratoria es mínima en hortalizas más inactivas (zanahoria, remolacha, patata, diversos granos), que causa de esto pueden resistir, sin grandes modificaciones.

Las frutas, en su momento de maduración, es muy elevada e igual ocurre en ciertas hortalizas (esparrago, leguminosas, maíz dulce), que por eso solo sobre viven y conservan poco tiempo. (CHEFTEL, 1976).

Las frutas sufren poscosecha numerosos cambios fisicoquímicos, que determinan su calidad al ser adquirida por el consumidor. (WILLS & McGLASSON 1999).

3.7.1. METABOLISMO DE MADURACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS

La maduración, al igual que el crecimiento, el desarrollo y la muerte, son procesos, naturales y continuados de todos los seres vivos, que generan modificaciones sustanciales a nivel interno (físico y químico) y externo (color, firmeza). Los cambios son más notables en las frutas que en las hortalizas. **(AGUILAR, 2004)**

3.7.1.1. RESPIRACIÓN

Las frutas y hortalizas frescas necesitan respirar a fin de obtener la energía suficiente para la mantención de la vida. Respiran absorbiendo oxígeno de la atmósfera y liberando dióxido de carbono.

Durante la respiración la producción de energía proviene de la oxidación de las propias reservas de almidón, azúcares y otros metabolitos.

Una vez cosechado, el producto no puede reemplazar estas reservas que se pierden y la velocidad con que disminuyen será un factor de gran importancia en la duración de la vida de postcosecha del producto. **(FAO, 1987)**.

La velocidad de la respiración depende de factores internos del producto como de factores ambientales que puedan llegar a acelerar los procesos, en los internos es importante mencionar, el tipo de tejido, el área superficial, la edad del producto, y el agua que contenga, y los externos hay que considerar daños mecánicos, la temperatura del ambiente (a mayor temperatura, mayor velocidad de respiración), la cantidad de oxígeno en el medio.

El ineficiente manejo de las operaciones de cosecha, almacenamiento, transporte en las frutas y hortalizas, conduce a altas pérdidas de producto antes mencionado (AGUILAR, 2004).



A. Coeficiente Respiratorio

Vemos, pues que la respiración es responsable de un intercambio gaseoso: consumo de oxígeno y eliminación de anhídrido carbónico. La razón existente entre CO_2 producido y O_2 consumido se denomina “coeficiente respiratorio (Q)”, es decir, $Q = \text{CO}_2 / \text{O}_2$.

Cuando el sustrato que se quema es un hidrato de carbono (glucosa), la cantidad de O_2 consumido es igual a las de CO_2 desprendido y por lo tanto $Q=1$

En la combustión de grasas y ácidos orgánicos, que son compuestos más oxidados que los hidratos de carbono Q es mayor de uno, mientras que en la combustión de las proteínas Q es menor de uno. El cálculo de Q nos puede servir de indicador del tipo de reacciones que predominan. Cuando tienen lugar la respiración anaeróbica (fermentación), Q es muy elevado.



3.7.1.2. TRANSPIRACION

Las frutas y hortalizas frescas se componen principalmente de agua (80% o más) y en la etapa de crecimiento tienen un abastecimiento abundante de agua a través del sistema radicular de la planta (IICA, 1987).

Con la cosecha, este abastecimiento de agua se corta y el producto debe sobrevivir de sus propias reservas. Al mismo tiempo que ocurre la respiración, el producto cosechado continúa perdiendo agua hacia la atmósfera, tal como lo hacía antes de la cosecha, por un proceso conocido como transpiración.

El efecto neto de la transpiración es una pérdida de agua del producto cosechado, que no puede ser reemplazada. La velocidad con que se pierde esta agua será un factor determinante en la vida de poscosecha del producto. La pérdida de agua causa una disminución significativa del peso y a medida que avanza, disminuye la apariencia y elasticidad del producto perdiendo su turgencia, es decir, se vuelve blando y marchito (FAO, 1987).

3.7.1.3. PRODUCCION DE ETILENO

El etileno (C_2H_4), es un gas natural que es producido por las plantas en forma constante. Su concentración en los frutos es muy baja y aumenta ligeramente antes de iniciar el proceso de maduración.

Su producción aumenta cuando la planta está bajo mucho estrés, cuando ha sido maltratada físicamente, o cuando sufre algún ataque por microorganismos.

Hay algunas frutas que se producen más etileno que otras. Es conocido como la hormona de la maduración, porque a pesar que es producido en pequeñas cantidades, activa el proceso de maduración (PINTO, 2007).

3.7.2. MADURACION DE LAS FRUTAS

La mayoría de las frutas pueden madurar sobre la planta; sin embargo, por motivos tecnológicos o económicos, algunas frutas se recogen antes de su completa maduración; entonces, la maduración se produce durante el transporte o almacenamiento. Las frutas sufren poscosecha numerosos cambios fisicoquímicos, que determinan su calidad al ser adquiridas por el consumidor. La maduración organoléptica es un proceso espectacular en la vida de la fruta; transforma un tejido fisiológicamente maduro, pero no comestible, en otro visual, olfativo y gustativamente atractivo (WILLS & McGLASSON, 1999).

Las frutas una vez alcanzada la madurez, están muy expuestas al deterioro, debido a enfermedades fisiológicas, tales como pardeamiento superficial de la manzana, llamado "requemado", o bien ataque por microorganismo, ejemplo; alteración agria por mohos (CHEFTEL, 1976).

Las frutas, sin embargo, incluyendo aquellas como tomates, pimentones, ajíes (chiles) y otros, sufren un proceso de maduración que es parte esencial de su desarrollo y que conduce eventualmente al envejecimiento y muerte de los tejidos.

La velocidad y naturaleza del proceso de maduración difiere significativamente entre las especies de frutas, cultivares de las mismas especies, diferentes grados de madurez del mismo cultivar y también entre zonas de producción. Las frutas también difieren en sus respuestas a la maduración a diversos ambientes de poscosecha, sin embargo, es posible identificar ciertos fenómenos generales en relación al comportamiento de la maduración. (FAO, 1987).

➤ **Ciclo climatérico**

El ciclo climatérico presenta tres etapas o fases a saber:

1. Preclimaterio

Es la etapa comprendida hasta la formación completa del fruto, con sus sólidos, división celular y alargamiento de las mismas. Al final de esta fase se ha llegado prácticamente al máximo desarrollo de su tamaño.

2. Climaterio

Comprendido por la aparición de los primeros síntomas de madures, hasta el desarrollo completo de la misma.

3. Posclimaterio

Anuncia el comienzo del envejecimiento o sobre madurez hasta llegar a una completa alteración de los tejidos.

A. Factores que afectan la respiración

1. Factores internos

- a. Estado de desarrollo
- b. Composición química del tejido
- c. Tamaño del producto
- d. Cubiertas naturales
- e. Tipo de tejido

2. Factores externos

- a. Temperatura
- b. Acción y concentración de etileno
- c. Concentración de oxígeno disponible
- d. Concentración de anhídrido carbónico
- e. Reguladores del crecimiento (IICA, 1987).

f. Lesiones en las frutas

3.7.3. ÍNDICE DE MADUREZ

Un buen índice debe ser ante todo sensible, es decir, capaz de poner manifiesto pequeñas, práctico, rápido y, si es posible, que pueda expresar el grado de madurez mediante una cifra que lo haga comparable con las medidas realizadas por otros observadores y en lugares distintos.

Existen numerosas variaciones entre las diferentes unidades y aun tipos de frutas y hortalizas, y a su vez, efectos de precosecha que pueden afectar directamente estos índices. Es por ello que resulta imprescindible utilizar por lo menos dos o tres conjuntamente (IICA, 1987).

La madurez puede determinarse por medio de los siguientes índices:

1. **Por medios visuales**

- a. Color de la piel (tablas o colorímetros)
- b. Presencia de hojas externas secas
- c. Secamiento del cuerpo de la planta
- d. Llenado del fruto
- e. Color de la pulpa

2. **Por medio físicos**

- a. Facilidad de abscisión o separación (uvas)
- b. Consistencia (dureza). Penetrometría.
- c. Peso específico.

3. Por análisis químicos

- a. Determinación de sólidos solubles totales(SST)
- b. Determinación de ácidos.
- c. Proporción entre SST y ácidos(razón de madurez)
- d. Contenido de almidón (manzana, plátano)

4. Por medio de cálculos

- a. Días transcurridos a partir de la floración
- b. Periodo vegetativa establecido
- c. Unidades de calor

5. Por métodos fisiológicos

- a. Intensidad respiratoria (periodo climatérico) **(IICA, 1987)**.

6. Otros índices

- a. Relación pulpa/hueso(aceituna)
- b. Rendimiento con almendra(nueces, almendras)
- c. Jugosidad de a pulpa
- d. Contenido en ácido oleico(avellana)
- e. Actividad enzimática, espesor cutícula, etc.

3.7.3.1. CONSECUENCIAS DE UNA RECOLECCIÓN EN ÉPOCA INADECUADA.

Se han enumerado diversos procedimientos o índices para añadir el índice de experiencia, despreciable. Qué ocurre si se procede a la recolección sin ser el momento adecuado. Puede acontecer que se coseche demasiado pronto o demasiado tarde. En cada caso se presentan una serie de anomalía, entre las cuales sobresalen las siguientes **(IICA, 1987)**:

1. **Recolección demasiado temprana**

- a. La maduración en poscosecha es incompleta y se resienten tanto el color definitivo, como el sabor y aroma.
- b. La pérdida de peso es importante, pudiendo ser en muchas ocasiones entre el 10 y el 20%. Esta comprobado que entre los 18 y 22 días antes de la debida maduración (comercial), el fruto aumenta un 15% en peso.
- c. Las frutas son propensas a fisiopatías en almacenamiento, especialmente cuando se trabaja a bajas temperaturas (cerca a los 0°C)
- d. Dada la intensa transpiración que tiene lugar en la fruta verde, es de temer el marchitamiento.

La única ventaja sería que los productos son menos atacados por las diferentes podredumbres.

2. **Recolección demasiado tardía**

- a. La duración de conservación se ve muy disminuida, ya que se hacen propensas a enfermedades, así como la textura se vuelve harinosa.
- b. Se produce abundante caída de fruta.
- c. Los frutos que no se caen y que permanecen adheridos al árbol, presentan trastornos fisiológicos internos (corazón negro) y externos (escaldado), y algunas frutas se vuelven vidriosas (manzanas) (IICA, 1987).

3.7.4. CONTROL DE LA MADURACIÓN

Gracias al riguroso control de los factores ambientales, actualmente es posible satisfacer el viejo deseo de realizar la maduración de la fruta en condiciones artificiales en el momento deseado.

Hablamos de maduración controlada cuando se realiza en un momento cualquiera del proceso de conservación. Permite, como ventaja fundamental llegar al mercado en el momento más oportuno y en condiciones óptimas de calidad.

El término de maduración acelerada se aplica cuando se trata de un producto cosechado precozmente, siempre que haya alcanzado el desarrollo necesario para adquirir de este modo las características organolépticas de la madurez fisiológica.

La operación llamada desverdado es aquella que se realiza casi exclusivamente en los cítricos, los cuales, por razones genéticas, de cultivo o ambientales, o hayan llegado a adquirir toda la colaboración propia de la variedad a que pertenecen.

Esto no constituye estrictamente un proceso de maduración, ya que la fruta se encuentra madura en todos los aspectos, excepto en el color. En este caso, la fundación del etileno es muy importante.

3.7.5. FRUTAS CLIMATERICAS

Son aquellas que tienen la capacidad de seguir madurando después de cosechados, debido a que presentan un rápido incremento en la variedad de respiración y desprendimiento de etileno después de cosechados (IICA, 1987).

Los frutos climatéricos requieren de un manejo especial a fin de evitar que el climaterio se active y lo lleve a la senescencia rápidamente perdiendo gran parte o la totalidad de su valor comercial (PINTO, 2007).

En los productos climatéricos, los puntos de iniciación y finalización del climaterio (punto mínimo y máximo de intensidad respiratoria), están íntimamente relacionados con la madurez comercial y la madurez fisiológica.

La tasa de respiración es un buen índice de longevidad del fruto después de cosechado. Entre mayor sea la tasa de respiración, menor será la vida en almacenamiento (deterioro en calidad y valor nutricional) (IICA, 1987)

3.7.6. FRUTAS NO CLIMATERICAS

Los frutos no climatéricos, después de cosechados, no tienen la capacidad de continuar con los procesos fisiológicos de madurez; los cambios que ocurren son cambios por degradación o por deshidratación.

Deben cosecharse lo más maduro que sea posible, es decir, casi o en su madurez de consumo. Estos productos después de cosechados reducen su velocidad respiratoria en forma constante hasta el final de su vida, cuando ya han agotado todas sus reservas (PINTO, 2007).

TABLA 13. Ejemplos de frutas Climatéricas y No Climatéricas

| | CLIMATERICA | NO CLIMATERICA |
|-------------------------------|---|--|
| FRUTAS DE CLIMA TEMPLADO | Manzana Pera Durazno Damasco (chavacano) Ciruela | Cereza Uva Frutilla (fresa) |
| HORTALIZAS DE FRUTO | Melón Tomate Sandía | Pepino |
| FRUTAS TROPICALES COMUNES | Palta (aguacate) Banana (plátano) Mango Papaya Higo Guayaba Maracuyá Caqui | Naranja Pomelo (toronja) Limón Lima Aceituna Piña Litche |
| FRUTA TROPICAL MENOS COMUN | Chirimoya Guanábana Fruta del pan Jackfruit Mamey Zapote | Castaña de Cajú Ciruela de Java Otras especies de Eugenia spp |

Fuente: FAO, 1987

3.7.7. MADURACIÓN COMERCIAL

Los índices de madurez comercial suelen implicar alguna valoración de la etapa de desarrollo (crecimiento, madurez fisiológica o madures organoléptica) y, de ordinario, requiere la determinación cuantitativa de alguna características que se sabe cambia a medida que el producto madura. También puede implicar decisiones sobre aceptación por el mercado y los consumidores y, en ocasiones, engloba determinaciones objetivas y subjetivas. (WILLS & McGLASSON, 1999).

3.8. MICROORGANISMOS CAUSANTES DE DETERIORO POSCOSECHA.

El deterioro poscosecha de frutas y hortalizas puede ser causado por numerosos hongos y bacterias. Las pérdidas más importantes son, sin embargo, las ocasionadas por mohos de los géneros *Alternaria*, *Botrytis*, *Botryosphaeria*, *Colletotrichum*, *Diplodia*, *Monilinia*, *Penicillium*, *Phomopsis*, *Rhizopus* Y *Sclerotinia* y por las bacterias de los géneros *Erwinia* Y *Pseudomonas*.

3.8.1. INFECCION POSCOSECHA

Numerosos hongos responsables de perdida de considerable importancia son incapaces de penetrar a través de la piel, pero pueden invadir fácilmente los tejidos si aparece una solución de continuidad en ella. El corte del pedúnculo suele proporcionar una buena vía de penetración y, en muchas frutas y hortalizas, se producen con frecuencia perdidas abundantes por podredumbres iniciadas en este punto.

La infección poscosecha puede tener lugar también por penetración directa a través de la piel (WILLS & McGLASSON 1999).

3.8.2. FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LA INFECCIÓN

Es probable que el más importante de los factores que afectan al desarrollo de las infecciones poscosecha sea el ambiente que rodea el producto. Una temperatura y una humedad relativas elevadas favorecen el deterioro microbiano. La velocidad de desarrollo de la infección de las frutas y hortalizas se ve afectada por muchos otros factores.

El tejido hospedador, especialmente su pH, actúa como un medio selectivo. Las frutas ofrecen generalmente un pH inferior a 4,5 y son alterados fundamentalmente por los hongos. Muchas hortalizas poseen, en cambio, un pH superior 4,5, siendo, por consiguiente, mucho más frecuente en ellas podredumbres de origen bacteriano. Las frutas que han madurado organolépticamente son más susceptibles a la alteraciones microbianas que las todavía verdes, de modo que los tratamiento que, como las bajas temperaturas, enlentecen el ritmo de la maduración frenan también el crecimiento microbiano. (WILLS & McGLASSON 1999).

3.8.3. CONTROL DE LAS PÉRDIDAS DE POSCOSECHA

3.8.3.1. POSCOSECHA

Para el control de las alteraciones de frutas y hortalizas se han utilizados muchos tratamientos físicos y químicos poscosecha. La eficacia de los mismos depende de tres factores fundamentales:

1. La capacidad que el tratamiento o el agente químico tenga de alcanzar al microorganismo patógeno;
2. El número de microorganismo contaminantes y su sensibilidad al tratamiento; y
3. La sensibilidad al tratamiento del producto hospedador.

3.8.3.2. TRATAMIENTOS FÍSICOS

El deterioro poscosecha puede controlarse también mediante la refrigeración, las altas temperaturas, las atmosferas modificadas, una humedad correcta, las radiaciones ionizantes, una higiene adecuada y la edificación de barreras físicas sobre las heridas.

El más importante de los métodos físicos de control de las alteraciones poscosecha es el almacenamiento a bajas temperaturas. En qué medida las bajas temperaturas y otras modificaciones ambientales pueden utilizarse para controlar el deterioro de frutas y hortalizas depende de la tolerancia de los tejidos a esos ambientes.

3.8.3.3. TRATAMIENTOS QUÍMICOS

El control de las alteraciones poscosecha por medio de tratamientos químicos se ha convertido, durante los últimos años, en práctica habitual en la comercialización de las frutas y ha resultado de importancia definitiva para el desarrollo del comercial internacional de cítricos, plátanos y uvas. El grado de control elegido depende de la estrategia comercial y el tipo de infección (**WILLS & McGLASSON 1999**).

El éxito del tratamiento químico destinado a evitar las alteraciones poscosecha depende de los siguientes factores:

1. Carga inicial de esporos
2. Profundidad de la infección en el interior de los tejidos hospedadores;
3. Velocidad de crecimiento del agente infectante;
4. Temperatura y humedad ambientales; y
5. Profundidad a la que es capaz de penetrar el producto químico en los tejidos del hospedador.

3.8.4. FACTORES POSCOSECHA QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD

No todas las modificaciones sufridas por las frutas y hortalizas tienen necesariamente que resultar en detrimento de su calidad.

Numerosos cambios fisicoquímicos acaecidos poscosecha son esenciales para que los frutos alcancen las características organolépticas deseables.

En general, muchos frutos climatéricos, como el plátano, el mango y el tomate, se cosechan en un estado de madurez incipiente, dejándoseles luego que sigan madurando, separados de la planta.

El deterioro poscosecha de la calidad puede tener lugar por diversas vías que pueden agruparse bajo cuatro epígrafes fundamentales: estrés metabólico, transpiración, lesiones mecánicas y deterioro microbiano, que están con frecuencia interrelacionados.

El estrés metabólico implica un metabolismo “normal” que conduce a la senescencia, o “anómalo” responsable del desarrollo de alteraciones fisiológicas. El metabolismo normal y anómalo es el agotamiento de carbohidratos por la respiración, por la respiración.

La transpiración (perdida de agua de los tejidos vegetales por evaporación) puede acarrear un rápido descenso de la calidad (además de la pérdida de peso y la consiguiente disminución del valor económico). El almacenamiento durante unas horas, en un ambiente seco y cálido, puede inducir un acusado marchitamiento de las hortalizas foliáceas y de las flores cortadas. Las pérdidas de agua afectan fundamentalmente al aspecto, por marchitamiento, arrugamiento y cambio de textura, como pérdida de crocantez en la lechuga (WILLS & McGLASSON 1999).

Las lesiones mecánicas deterioran la calidad visual, principalmente porque las abrasiones, magulladuras, cortes, etc., son antiestéticos y porque aumentan el ritmo metabólico general (respuesta a la lesión), debido al intento de cicatrización de la herida.

Los microorganismos pueden considerarse con frecuencia como un estrés “secundario” dado que su proliferación se ve generalmente facilitada por la lesión mecánica, la transpiración y/o las alteraciones metabólicas, como la senescencia y las alteraciones fisiológicas.

3.8.4.1. RECOLECCION.

Las lesiones mecánicas durante la recolección y la manipulación subsiguiente pueden provocar defectos y facilitar la invasión de microorganismo patógeno. La situación puede agravarse por inclusión de suciedad procedente de campo de cultivo. Durante el almacenamiento temporal en la propia plantación, el producto puede recalentarse y deteriorarse rápidamente. La comercialización puede verse comprometida, si no se separan los ejemplares poco o excesivamente maduros, de pequeño calibre, de forma defectuosa, con defecto superficiales, etc (**WILLS & McGLASSON 1999**).

3.8.4.2. TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN

La manipulación poco cuidadosa y el transporte por caminos de firme irregular producen lesiones mecánicas.

A temperaturas elevadas, el producto se calentara en exceso, especialmente si no se dispone de sistemas de ventilación o refrigeración adecuados. El transporte en remolques abiertos puede provocar daños por calentamiento, debidos a la exposición directa a las radiaciones solares. Bajo estas condiciones, se perderá también mucha agua, especialmente en las hortalizas foliáceas.

Un embalaje inadecuado puede facilitar la lesión física, por abrasión o magullamiento, al desplazamiento el producto durante el transporte. Los cambios de temperatura pueden llevar consigo la condensación del agua, que facilitara el deterioro y debilitara los envases.

3.8.4.3. ALMACENAMIENTO

El retraso en la entrada del producto recolectado en los almacenes frigoríficos provoca un rápido descenso de la calidad. Un control inadecuado de las condiciones de almacenamiento, un almacenamiento excesivamente prolongado y unas condiciones ambientales inapropiados para un determinado producto, conducirán igualmente a la pérdida de calidad. Cuando se almacenan conjuntamente distintos productos, el etileno generado por las frutas en maduración causara rápidamente la senescencia de otros productos (por ej., de las hortalizas foliáceas).

El almacenamiento a temperaturas excesivamente bajas, puede inducir alteraciones fisiológicas o incluso la lesión del frio, una temperatura y una humedad elevadas pueden estimular el crecimiento el crecimiento superficial e interno de mohos y la actividad de los insectos infectantes (**WILLS & McGLASSON 1999**).

3.9. GENERALIDADES Y FUNDAMENTOS DE LAS OPERACIONES DE POSTCOSECHA DE FRUTAS Y HORTALIZAS

Cualquier producto que se cultiva para ser transformado el tiempo que transcurre entre la cosecha es muy corto, usualmente unas pocas horas. Cuando se producen demoras entre la cosecha y el consumo directo del producto o porque tiene que ser transportado a largas distancias o almacenado por unos días se deben tomar en

cuenta los cambios fisiológicos que ocurren en las plantas para evitar su deterioro.

Al cortar los espárragos, o el choclo o desgranar las arvejas o habas el proceso de fotosíntesis se detiene y así mismo el flujo del agua y nutrientes del suelo. Se inicia una pérdida del agua por transpiración y una degradación de los constituyentes químicos de la planta y cambios físicos producidos por la respiración e indeseable actividad enzimática. Por eso se dice que los vegetales (hojas, raíces, tubérculos, bulbos, frutos, tallos) una vez cosechados siguen viviendo. En el caso de productos de origen animal (carnes, vísceras y leche) también se producen cambios fisiológicos producidos principalmente por las enzimas en un proceso de autólisis.

En el caso de los vegetales la respiración es muy importante. Es el proceso por medio del cual la planta o porción de la planta toma el oxígeno del ambiente, se libera energía proveniente de los azúcares en otros componentes de los tejidos del vegetal los productos finales de la respiración el anhídrido carbónico (CO₂), agua y calor

Operaciones en un centro de Empaque

Las operaciones básicas en un centro de empaque son: clasificación, calibración, ordenación por tamaño y envasado. Estas dependen de la especie. Operaciones adicionales pueden incluir la reducción del color verde, el cerrado, el lavado, la formación de atados, el tratamiento químico y el preenfriamiento. Esta secuencia de etapas varía con los diferentes cultivos y son esenciales en la preparación para el almacenaje, el transporte y la subsecuente comercialización (IICA, 1987).

1. **Curado**

Es un proceso que permite la cicatrización de parte dañadas y rasmilladas en papas, batatas, cebollas, taro u otros productos similares. La formación de peridermio durante el proceso de cicatrización se favorece con temperatura y humedad alta. Las papas se dejan a 20°C por cerca de dos días y luego a 7°C por 10 a 12 días a 90-95% HR. En ajos y cebollas el proceso e curado significa reducir su humedad. Este es un proceso esencial ya que aumenta su periodo de almacenaje al doble, reduciendo el crecimiento de hongos.

2. **Reducción del color verde**

La reducción del color verde que en la mayoría de las frutas va asociada con la maduración, consiste en aplicación gas etileno (C_2H_4) u otros gases que aceleran los procesos metabólicos de maduración. Se aplica a bananos, plátanos, mangos, cítricos y tomates. El largo del tratamiento depende del grado de maduración de la fruta. Se realiza en piezas especiales con control de humedad y temperatura y circulación de aire para eliminar el CO_2 e introducir el gas etileno a razón de 20-20 p.p.m. La humedad relativa es de 85 a 92% y la temperatura de 26°C (IICA, 1987).

3. **Preenfriamiento**

El preenfriamiento es una práctica que permite remover el calor que los productos hortofrutícolas traen del campo luego de la cosecha. Reduce la pérdida de humedad, minimizar el ataque de microorganismos y reduce la respiración del producto.

Existen varios procedimientos a saber: a) aire frio, b) agua o hidroenfriamiento y, c) por vacío (IICA, 1987).

a) Uso de aire frío

En este método el aire debe estar a no menos de -1°C para evitar la congelación del producto. Se realiza en cámaras especiales o en túneles de enfriamiento. Su uso es limitado y solo grandes centros de empaque de países desarrollados lo usan. El tiempo del enfriamiento toma alrededor de una (1) a una hora y media

b) Enfriamiento en agua o hidrogenfriamiento

Es un método que retira el calor del producto más rápidamente. Se usa de preferencia en productos de hojas. En frutas tales como cítricos, se le agrega fungicidas. En general las frutas sometidas a enfriamiento por este sistema son más susceptibles a daño cuando se encuentran a temperaturas ambientales. El enfriamiento se hace en estanque de agua preenfriada ya sea en equipos continuos o por lotes.

c) Enfriamiento por vacío

Es el método más rápido de enfriamiento. El enfriador consiste en una autoclave, generalmente de 15 m. de largo y 1.5m de diámetro con boquillas de vapor. El vacío es alcanzado en tres etapas: a 15 pulgadas, 0.2 pulgadas y finalmente a 0.016 pulgadas. El principio utilizado es el enfriamiento por evaporación. Por ejemplo a 0.018 de pulgadas de vacío el agua hierve a 0°C , por eso se debe agregar una al producto. Para enfriar 100kg. De lechugas se debe remover 6 kg. De agua del producto y puede enfriarse en un lapso de 3 a 4 minutos bajando la temperatura de 26°C a 0°C (IICA, 1987).

4. **Lavado**

En general el lavado mejora la apariencia de cualquier producto. Remueve partículas de tierra, insectos, hollín de hongos, etc. El lavado con detergentes remueve el residuo de pesticidas. Sin embargo en frutas tales como fresas, moras y similares no es conveniente ya que se cultivó intenso garantiza la limpieza. Para otros productos como papas, batatas, pepinillos puede ser suficiente un cepillado en vez del lavado debe considerarse en cada caso muy cuidadosamente para determinar si es conveniente en cada producto. En todo caso siempre debe usarse un desinfectante. Lo mejor es el lavado por lluvia. Si es por inmersión debe tomarse la precaución de reemplazar a menudo o remover el agua

En muchos casos se hace necesario cortar hojas externas muy sucias como es el caso de lechugas y apios. En el caso de zanahorias se suelen cortar las hojas. En pequeños centros de empaque la fruta se puede sumergir en agua clorada y luego enjuagar. Antes de empacarlas se dejan secar.

El lavado se puede hacer acompañado de un cepillado suave. En los centros de empaques lo más usado son el jabón y detergentes. El más eficiente ha sido el metasilicato de sodio. Si se trata de aguas duras se agrega fosfato trisodico.

5. **Secado**

Consiste en aplicar una corriente de aire tibio a ciertos productos, especialmente en frutas y raíces, luego del lavado para remover el exceso de agua. A veces puede ir acompañado por suave cepillado (IICA, 1987).

6. Encerado

Las frutas y hortalizas tienen una natural y fina capa de cera en su superficie, la cual es parcialmente removida durante el lavado. El encerado consiste en aplicar al producto una capa artificial de cera de espesor y consistencia adecuada que protege al producto de microorganismos dañinos. Es importante cuando el producto tiene rasmilladuras ya que la cera las tapa. Además le da un buen brillo mejorando la apariencia. Un producto encerado tiene mayor duración y resistencia a la alteración a temperatura ambiente. Por eso en lugares en donde no existe facilidades de refrigeración es una práctica recomendada.

Las ceras pueden tener diferentes formulaciones. Se les puede agregar resinas naturales o sintéticas lo que le da el brillo al producto tratado. También contienen emulsionantes. Cuando se usan emulsionantes cera-agua no se hace necesario secar la fruta antes de su aplicación. Si se trata de tipos de ceras en solventes la superficie del producto debe estar seca. Entre las ceras se tienen: cera de caña de azúcar, cera de carnauba, resinas, etc. Como emulsionantes se usa ácido oleico y tri-etanolamina. También las formulaciones generalmente contienen fungicidas y bactericidas.

La aplicación se hace por lluvia, inmersión, por escobillado, o nebulización. Este último sistema es el más apropiado ya que la capa de cera queda delgada y pareja.

Si se hace por inmersión son necesarios 30 segundos. Para el cepillado se usa cepillos especiales a través del cual sale la cera. El cepillo gira a la mínima velocidad efectiva (IICA, 1987).

7. Selección

Cada país tiene sus propios estándares y normas de calidad. A nivel internacional existen normas establecidas por diferentes acuerdos. La selección está basada en el grado de sanidad, firmeza, limpieza, tamaño, peso, color, forma, madurez, daños mecánicos, materias extrañas, enfermedad, y daños por insectos.

Todas estas características están contenidas en la norma que señala los porcentajes de la tolerancia.

La selección se puede hacer manual o mecánicamente. En este último caso se utilizan mesas transportadoras separando lo indeseable, y el producto seleccionado es conducido a los calibradores.

8. Clasificación por tamaño

Después de la selección se procede a clasificar el producto para darle uniformidad a los lotes. En centros de empaque pequeños, a los empacadores se les asigna un determinado tamaño. En los centros de alta capacidad de operación se utilizan clasificadores que separan el producto por peso.

Los clasificadores son de diversos tipos: de correas perforadas, correas o líneas convergentes y cilíndricas. Algunos modelos usados en productos específicos se pueden adaptar para diferentes diámetros del producto. Si los productos tienen forma irregular se utilizan clasificadores por peso (IICA, 1987).

9. Tratamiento para desinfección

Muchos países importadores de frutas son muy exigentes en el producto está libre de insectos, sus larvas o huesos en especial la

mosca de la fruta. El tratamiento casi no varía entre las frutas. Para proceder a la desinfección se usa el vapor o el dibromuro de etileno (DBE).

La fumigación con DBE es más económica y menos demorosa. Consiste en sumergir la fruta (en el caso de la papaya) en agua caliente (49°C) por 20 minutos, luego enfriada en agua corriente por otros 20 minutos. Luego es tratada con DBE en dosis de 0.5 libras por 1.000 pies cúbicos de cámara en donde la fruta permanece por dos hora a unos 21°C.

10. Aplicación de color

Es una práctica que se aplica cuando las frutas que alcanzando su coloración natural resultan pálidas. Es común aplicarla en cítricos para lo cual se permite un solo colorante (Citrus Red N°.2 que es 1-(2,5 dimethoxyphenylazo)-2 naphtal con una tolerancia de 2p.p.m. El colorante disponible es disuelto en solvente orgánicos o en agua con emulsificantes. Los colorantes o tinturas a veces se agregan a la cera (IICA, 1987).

3.10. ALMACENAJE DE FRUTAS Y HORTALIZAS

Los principales objetivos del almacenaje de frutas y hortalizas, son controlar las velocidades de respiración y transpiración, controlar las enfermedades y conservar el producto en la forma que sea más utilizable por el consumidor. (THOMPSON, 2003).

La vida de almacén puede prolongarse mediante el control apropiado de las enfermedades de post cosecha, la regulación de la atmósfera, tratamientos químicos, la irradiación y la refrigeración.

La refrigeración es el único método económico conocido para el almacenamiento durante un largo tiempo de frutas y hortalizas.

Todos los otros métodos para la regulación de la maduración y el deterioro en el mejor de los casos son sólo complementarios de las temperaturas bajas. En un clima tropical cálido, el almacenamiento en atmósfera controlada (AC), el encerado y el empleo de bolsas de polietileno, no son aconsejables si no se combinan con la refrigeración, ya que el deterioro se presenta con rapidez, debido al ascenso de temperatura y el incremento de CO₂.

3.10.1. CONTROLES DE ALMACENAMIENTO.

3.10.1.1. CONTROL DE PROCESOS VEGETALES PERJUDICIALES.

El objetivo del almacenamiento es reducir al mínimo el metabolismo de las frutas y hortalizas, por lo tanto se deben proporcionar a los productos condiciones de almacenamiento adecuadas, pues de otro modo pueden ocurrir los siguientes procesos perjudiciales.

- Brotado; se presenta en cebollas, jengibres, ajos y papas.
- Alargamiento de las estructuras existentes; se presenta en espárragos, zanahorias, beterraga, nabos, etc.
- Enraizamiento; se presenta en raíces y tubérculos.
- Germinación de semillas; se presenta en tomates, papayas y verduras e vaina.
- Enverdecimiento; las papas expuesta a la luz, durante su almacenamiento pueden producir tejidos verdes **(THOMPSON, 2003)**.
- Estas porciones contienen solaminas, la cual tiene propiedades tóxicas y por lo tanto durante el

almacenamiento de éste producto se debe reducir al mínimo su exposición a la luz.

- Endurecimiento; los frijoles verdes y el maíz dulce pueden endurecerse, cuando el almacenamiento se prolonga demasiado, debido a que se desarrollan tejidos esponjosos.

3.10.1.2.CONTROL DE LA RESPIRACION.

La respiración es un proceso de descomposición y se deben proporcionar los medios para reducirlos al mínimo. El almacenamiento en atmósfera controlada, ha resultado ser un complemento ideal de la refrigeración.

El esquema global de la respiración es el siguiente:



En ausencia de O₂ el segundo paso no se lleva a cabo y en su lugar empieza un proceso fermentativo que sustituye a la respiración normal y que principalmente da lugar a la formación de alcohol y CO₂.

3.10.1.3.CONTROL DE LA TRANSPIRACIÓN.

La temperatura, la Humedad Relativa y la diferencia de vapor de agua son de importancia en la transpiración; para reducir al mínimo el encogimiento o arrugamiento de los productos, se requiere de temperaturas bajas, Humedad Relativa elevada y la diferencia de presiones pequeñas (THOMPSON, 2003).

La pérdida de 5% en peso de un fruto es suficiente para producir arrugamiento que lo hace poco atractivo para su venta.



3.10.2. FACTORES QUE AFECTAN EL ALMACENAMIENTO DE FRUTAS Y HORTALIZAS

3.10.2.1.FACTORES DE LA PRERECOLECCIÓN.

Las condiciones climatológicas y las prácticas de cultivo determinan la calidad de los productos y comportamiento posterior en almacén. Las condiciones climatológicas comprenden: T°, HR, tipo de suelo, vientos, lluvias, etc.

Entre las prácticas de cultivo tenemos: nutrición mineral, manejo del suelo, la poda, la densidad de siembra, el riego, etc.

3.10.2.2.PRACTICAS DE COSECHA Y MANEJO.

Los golpes, magulladuras, picaduras, raspones y otras lesiones mecánicas pueden originar daños graves como una gran producción de CO₂, que no se puede contrarrestar de inmediato por medio de temperaturas bajas de almacenamiento.

3.10.2.3.PREENFRIAMIENTO.

Es un factor importante previo al almacenaje que en muchos casos puede representar una ventaja en períodos prolongados de almacenamiento.

Por ejemplo naranjas dulces que fueron preenfriadas a temperaturas de 0-1.7°C durante 16 horas y almacenadas a 20-21°C durante 19 días registraron una pérdida de 14%, en comparación con un 18% sin preenfriamiento (THOMPSON, 2003).

3.10.2.4.LIMPIEZA.

Las condiciones antihigiénicas de los almacenes, aumentan las pérdidas por lo que se recomienda realizar una limpieza previa al almacén. Se pueden realizar aspersiones con lisol al 5% o formol al 2%.(THOMPSON, 2003)

3.11. EMPAQUES, EMBALAJES (FUNCIÓN, TIPO Y USO)

El envase o empaque ha sido a través del tiempo el elemento básico para llegar con un producto en buenas condiciones llegar a un mercado determinado, y sin cuya protección el producto sufriría deterioro hasta llegara la inutilización total para su uso. El envase o empaque a su vez ha generado una industria suficiente para dar su aporte definitivo al desarrollo del sistema del mercado, el transporte y la publicidad a nivel mundial.

La idea de envases o empaque lleva implícita la evolución, siendo un instrumento indispensable para el desarrollo y progreso de la industria en general.

El envase o empaque ha ocupado últimamente un puesto de primerísima fila, favoreciendo el transporte, el almacenamiento, la comodidad del usuario y hasta la elegancia y presentación, factor este de singular importancia. Los envases han llegado a un punto tal que todo lo relacionado con el empaque exige conocimientos específicos que imponen estudios especializados (IICA, 1987).

3.11.1. DEFINICIONES:

En el tratamiento del tema de los envases o empaques se encuentran definidos los siguientes términos:

3.11.1.1. **Envase:** es definido como un contenedor primario que se halla en contacto interno con el producto y que de ordinario llega

hasta el consumidor final. Bajo esta conceptualización, un envase puede tener cualquier forma y ser de cualquier material como: papel, cartón, vidrio, metal, plástico, fibra, madera, etc.

3.11.1.2. **Embalaje:** se define así al contenedor secundario que puede o llevar varios envases para facilitar su unificación, manilación, almacenamiento y transporte, y que por lo general llega hasta el consumidor final.

3.11.1.3. **Empaque:** Este término general, se ha considerado que abarca los dos conceptos, envase y embalaje, y que por lo tanto no debe usarse en conjunto con alguno de ellos, pues se incurría en una redundancia lingüística.

3.11.2. LOS ALIMENTOS Y SU ENVASADO

Existen alimentos muy inestables, debido a su composición química y que por lo tanto resisten mal a las condiciones ambientales sabiendo ser preservados y envasados cuidadosamente.

Existen otros productos que por procedimiento o por sus características son más estables denominándose productos no perecibles. Entre otros podemos considerar las conservas, frutas, frutas deshidratadas, pulpas de frutas, mermeladas, aceites, grasas, harinas, arroz, café soluble, azúcar, fideos y pasta, galletas, dulces y chocolates, caramelos, miel, bebidas, licores y pan.

3.11.3. ALTERACIONES QUE SE PUEDEN PRODUCIR EN LOS ALIMENTOS

3.11.3.1. Es conveniente recordar que los alimentos son productos bioquímicos complejos y variables, que como tales son muy inestables, pudiendo sufrir, entre otras, las alteraciones que se indican a continuación (IICA, 1987).

- Contaminación con productos del medio ambiente (suciedad, polvo, etc.)
- Contaminación por acción de olores extraños, los que son captados del medio ambiente por el alimento; esto es muy importante en productos tales como el aceite, margarinas, mantecas, grasas, etc.
- Contaminación microbiana, con la siguiente alteración del producto alimenticio, dando origen a reacciones enzimáticas de transformación (acidificación, cambios de color, putrefacción, etc.). esta acción es especialmente importante en productos denominados perecibles (carne, leche, pescados, etc.).
- Acción del oxígeno, con producción de enranciamiento y cambios de color, especialmente importante en el caso de aceites, grasas y productos grasos en general.
- Acción de la luz solar con formación de reacciones secundarias en el alimento.
- Acción de la humedad, favoreciendo las reacciones enzimáticas y la acción microbiana, este aspecto es especialmente importante en productos deshidratados y secos, galletas, grasas, etc.
- Acción de pérdida de humedad, con cambio de las características del producto (endurecimiento, pérdida de plasticidad, cristalizaciones, etc.).
- Acción de la radiación.
- Acción del calor, en caso de productos que deban mantenerse fríos, ya sea por sus características propias (helados) o por ser perecibles (IICA, 1987).

- Pérdida de forma del producto, principalmente en alimentos sólidos plásticos, tales como la mantequilla, margarina y helados.
- Pérdida de aroma (ejemplo: café, soluble)
- Problemas generados por inadecuada transferencia de gases (ejemplo: fruta fresca).
- Acción de insectos y roedores; un ejemplo de esto es la protección de la harina, azúcar y arroz contra estos agentes extremos.

3.11.4. FUNCIONES Y REQUISITOS

La contribución principal del envase o empaque es la de hacer eficiente el sistema de distribución física, creando protección, reduciendo pérdidas, mejorando aspectos nutritivos, siendo un factor positivo de venta y mercadeo y permitiendo ahorro de tiempo para el usuario final.

El propósito del envase o empaque consiste en proteger al producto de cualquier tipo de deterioro, bien sea de naturaleza química, microbiológica, física o mecánica.

La principal función del empaque es proteger el contenido sin afectarlo. Esto significa preservar el producto por un periodo relativamente largo sin alterarlo ni afectarlo.

Los requerimientos de un envase y sus funciones no son estáticas; cambian continuamente junto con los cambios en la distribución, por las leyes y regulaciones, son todos los factores que influirán el desarrollo del envase o empaque (**IICA, 1987**).

3.11.5. FUNCIÓN DE PROTECCIÓN

Se considera de función más importante, ya que debe prevenir el deterioro y daños al producto. Las propiedades del envase deben ser ajustadas a las propiedades del producto.

La función de protección del envase o empaque que si mismo, no es de interés, pero si su relación con el producto y el ambiente.

Las frutas por ejemplo, absorben oxígeno y liberan anhídrido carbónico (CO₂) y se descomponen si el envase o empaque, no les permite obtener el oxígeno y liberar el anhídrido carbónico.

3.11.6. RELACIÓN ENTRE FACTORES

Con base a la tipificación apropiada, se ha hecho una lista de alimentos y se han considerado los factores que inciden en la protección adecuada del producto y que deben estar presentes en los envases o empaques para prevenirlos contra la contaminación por efecto de:

- Medio ambiente
- Olores extraños
- Pérdida de olor y aroma
- Microorganismos
- Oxígeno y gases
- Luz solar y radiación
- Humedad
- Pérdida de humedad
- Calor
- No transferencia de gases específicos.

Estas condiciones son conocidas como medio ambiente y pueden ser divididos en: de impacto, de vibración y de precisión (IICA, 1987).

En general, en el envase o empaque se consideran los siguientes factores: tamaño, forma, material seleccionado, propiedades y calibre.

El ambiente físico, junto con el climático son fundamentales en la estimación de la duración, mientras que el ambiente mecánico junto con el climático, serán de importancia en la supervisión del envase o empaque en el sistema de distribución.

3.11.7. MATERIALES PARA ENVASES O EMPAQUES

Los envases o empaques son muy variados y cada día la tecnología internacional incorpora nuevos productos, especialmente en el campo de las combinaciones y laminados.

Los materiales básicos utilizados en la producción de envases o empaques son papeles, cartones, fibras, metales, vidrio, madera y plásticos.

3.11.7.1. Tipos de envases o empaques

Desde punto de vista funcional, los envases o empaques pueden ser divididos en:

- Envases o empaques para el consumidor (frasco mermelada).
- Envases o empaques de transporte (caja de cartón, paleta y contenedor).

Desde el punto de vista de los materiales y formas se dividen en:

a. Envases o empaques de papel

- Bolsas diversos tipos
- Sacos multipliegos.
- Papales para envolver (IICA, 1987).

1. Envases o empaques de cartón y cartulina
 - Cajas de cartón liso
 - Bandejas de cartón liso
 - Cajas de cartón corrugado
 - Tubos de papel o cartón
 - Estuches de cartulinas
 - Bandejas de pulpa moldeada.

2. Envases o empaques de metal
 - Tarros de dos y tres piezas
 - Laminas formadas, bandejas
 - Foil de cubiertas
 - Tapas y capsulas para botellas
 - Tapas para frascos

3. Envases o empaques de vidrio
 - Botellas
 - Frascos de boca ancha
 - Vasos

4. Envases o empaques de madera
 - Cajas
 - Guacales

5. Envases o empaques de fibras
 - Sacos
 - Mallas (IICA, 1987).

6. Envases o empaques de plásticos
 - Films o películas
 - Bolsas de fibra plástica
 - Envoltorios de fibra plástica
 - Envoltorios de fibra plástica encogible y estirable
 - Envases o empaques termo formados
 - Botellas y frascos
 - Sellos y cierres
 - Tubos
 - Envases o empaques de fibra laminadas combinadas, bolsas, sobres y capsulas.

3.11.8. CLASES DE ENVASES O EMPAQUES

Empaques de junco, caña brava, guadua, mimbe, hojas de palma, otros.

Generalmente se denominan canastas, petacas, tienen larga duración y son construidos con poco costo, en el propio productor o por una industria rural.

En esta clase de empaques es empleada en buena escala por los agricultores. Como desventajas se les puede anotar su poca consistencia, la cual permite su deformación, su poca higiene y su limitada ventilación.

El tamaño y la forma de estos empaques depende de las características de los materiales de que se dispone y del peso y tamaño del producto que se va a empacar. Su utilización ´ para empacar frutas, hortalizas y otros productos (IICA, 1987).

3.11.8.1. EMPAQUES DE MADERA

3.11.8.1.1. Aspectos generales

La madera es uno de los materiales más antiguos utilizados para la construcción de muchos tipos de cajas, cajones, huacales y embalajes; que se emplean para la movilización de los más diversos productos, siendo valiosa por su resistencia como material de empaque.

Las ventajas dimanar de su rígida estructura fibrosa, capaz de soportar un considerable manejo en forma deficiente sin que por esto merme su función de empaque.

Sin embargo, la madera es un material natural, porosos y capaz de absorber humedad y, por ende, propenso a la pudrición, a la contaminación y al ataque por insectos. La madera es también una materia menos homogénea que otros materiales de origen natural, como el cartón de fibra y el papel. Los nudos, grietas, vetas, estructuras morfológicas y contenido de humedad también afectan su idoneidad como material para la construcción de recipientes (IICA, 1987).

3.11.8.1.2. Características

La propiedad más importante es la resistencia a la flexión y a los golpes. La madera es también uno de los pocos materiales de embalaje que pueda clavarse, y un inconveniente en algunos casos en su demasiado peso.

Usos

Existe una gran variedad de envases o empaques y embalajes de madera que se utilizan para movilizar toda clase de productos agrícolas e industriales. Los tipos de estos envases varían sensiblemente, pero en el conjunto, las cajas clavadas pueden ser

desarrolladas en cuatro formas que muestran a su vez, variantes según el peso, el volumen a contener, la distancia a recorrer y el número de manípulos (IICA, 1987).

3.11.8.2. EMPAQUES DE FIBRAS NATURALES Y ARTIFICIALES

3.11.8.2.1. Aspectos generales

Los tradicionales costales de fibras naturales, representan un elemento clave en el manejo de los productos agropecuarios para el consumo interno, el despacho de las exportaciones y la distribución de los alimentos que llegan a granel a los puertos nacionales.

3.11.8.2.2. Materias primas

Fibras vegetales

Como materias primas para elaboración de los sacos o costales de fibra, se ha utilizado desde tiempos remotos dos tipos básicos de fibras vegetales:

Las fibras suaves que provienen del procesamiento de los tallos de ciertas plantas, como el yute, kenat, la urena lobata y el ramio; y las fibras duras, que se extraen de las hojas de plantas, como el fique, el henequén y el sisal.

Sacos de fibra sintética

Los procesos en la química de los plásticos permitieron la incorporación al mercado de una banda de poliolefina, que habría de convertirse en un elemento altamente competitivo para las fibras naturales.

La creciente producción de sacos de tejidos de fibra de polipropileno, ha venido creando una alternativa importante, para muchos de los usos que antes eran dominio exclusivo

del empaque de fique, que como reemplazo del papel y del algodón (IICA, 1987).

3.11.8.2.3. Características

Con relación a las fibras estas se han clasificado en fibras duras y suaves. Las fibras duras, provenientes del fique y el henequén, se han utilizado no solamente para cordelería, sino también para la fabricación de telas, sacos y otros productos.

Con relación a los sacos o costales existe una serie de características que son comunes a los diferentes tipos de sacos o costales, tales como los requerimientos generales de facilidad para el vaciado, cierre y descargue; resistencia al arrastre, roturas y pruebas de seguridad; protección contra la humedad, grasas, olores extraños, luz y plagas.

Sacos o costales y su utilización

Entre los empaques que en la actualidad se utilizan pueden distinguirse tres clases básicas, según las especificaciones de tejido y el peso. Así tenemos: los costales o sacos de tipo tupido, tienen un peso mayor de 600 gramos y se usan para el manejo y almacenamiento de cereales, granos, semillas, harinas, sales y otros productos.

Empaques de papel y cartón

a. Aspectos generales.

Actualmente el interés en el papel y cartón como material de envase, es muy grande, porque su origen es un recurso renovable, la madera, y los materiales usados, se pueden reciclar para ser usados nuevamente

como materia prima para la industria. Además se trata de un material biodegradable que no incrementa la contaminación ambiental. (IICA, 1987).

Tipos de papeles y cartones

En el mercado se encuentran los siguientes:

1. Papel kraft

Tienen buena resistencia y es usado en bolsas, sacos y como papel de envolver. Es también usado como capa superficial (liner) en el cartón corrugado y en el cartón sólido. El papel es a menudo humidificado para facilitar el uso en diferentes condiciones climáticas.

Papel sulfito

Es usado en casos similares que el papel kraft. Sin embargo, se pueden fabricar tipos delgados de papel especiales para laminaciones y como papel de envolver.

1. Papel antigrasa

Es una clase de papel sulfito que tiene alta resistencia a las grasas

2. Papel semiquímico

Es hecho con pulpas de alto rendimiento y pulpas recicladas. Es usado como "pared onda".

3. Cartulina

Es el papel que tiene un peso sobre 150 g/m², existiendo muchos tipos de cartulinas. Generalmente se utiliza en sistema de envasado automático. La cartulina puede estar formada por una o dos capas, una de las cuales ha sido

tratada y preparada para la impresión. La otra capa a partir de pulpa o con material de desecho (IICA, 1987).

4. Cartón corriente (chipboard)

Es un tipo común de cartón formado por pulpa mezclada con papel reciclado (papel de periódico). Para aumentar su resistencia y apariencia, el cartón tiene generalmente una capa superficial de pulpa virgen (IICA, 1987).

CONCLUSIONES

El mal manejo de poscosecha acelera el proceso de degradación, la pérdida de peso, el aparecimiento de hongos en las zonas golpeadas magulladas y la descomposición de frutas y hortalizas.

La reducción de pérdidas por transpiración y respiración incrementa la vida útil y mantiene la calidad de las frutas.

El deterioro poscosecha de la calidad de las frutas y hortalizas se debe a muchos factores como estrés metabólico, transpiración, lesiones mecánicas y deterioro microbiano, que están con frecuencia interrelacionados.

Para el tratamiento adecuado de las frutas y hortalizas es necesario establecer procesos operacionales eficientes para evitar el deterioro durante el almacenamiento y el transporte.

RECOMENDACIONES

Implementar y dar cumplimiento de las normas de control de calidad como una forma de prevención a quienes se dedican al manejo poscosecha de frutas y hortalizas

Mejorar los empaque ya existente para las diferentes frutas y hortalizas para que estos no sufran golpes durante el transporte.

Conocer los factores de deterioro que sufre durante la cosecha y poscosecha de frutas y hortalizas y así dar un buen tratamiento para aumenta su vida útil.

El transporte debe mejorar, para evitar pérdidas de poscosecha, y así aumenta la rentabilidad de estos productos.

Acondicionar a las frutas y hortalizas en almacenes con temperaturas adecuadas y humedad relativa, para evitar la pérdida de agua durante el almacenamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUILAR, N. (2004). Manejo Post- Cosecha de Frutas y Hortalizas en Fresco.
- ARIAS, C. (2007). Manual de Manejo Postcosecha de Frutas Tropicales. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- BOHÓRQUEZ, O. (2005). Guía para Post Cosecha y Mercadeo de Productos Agrícolas. (L. Acero, L. Rodriguez, & H. Bernal, Edits.) Serie Ciencia y Tecnología (36), 118.
- CASP V.A., ABRIL R., J. (1999). Proceso de Conservación de Alimentos. Edición Mundi-Prensa, s.a. Madrid-España.
- COLLADO, P.L.A; RIESCO A.; CHAVEZ S.J.L. (2002). Diversidad Cultivada y Sociocultural en la Amazonia Central del Perú. 12p.
- CHEFTEL, J.C. (1976) Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos Vol. 1. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España
- ESCOBAR E., C.E. (1996). Manejo de Post Cosecha de Anona Amazónica (*Rollinia mucosa* (Jacq)) y Caimito (*Pouteria caimito* (Rui) et Pavon/Randlk). Ingeniería en Industrias Alimentarias- Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos-Perú.
- FAO. (2002). Poscosecha y Servicios de Apoyo a la Comercialización. IICA/PRODAR.
- FRANCO V. F. (2009). Determinación de los índices de madurez en frutas. Trujillo-Perú.
- HORST-DIETER T., S., CHEUSCHNER (2001). Fundamento de Tecnología de los Alimentos Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España).

- IICA. (1987). Tecnología del Manejo de Postcosecha de Frutas y Hortalizas. Bogotá, Colombia: IICA.
- INDUSTRIA RURALES. (1984). Manuales para Educación Agropecuaria "Elaboración de Frutas y Hortalizas. ED. Tirllas. México.
- MARTÍNEZ, A., LEE, R., CHAPARRO, D., & PÁRAMO, S. (2003). Postcosecha y Mercado de Hortalizas de Clima Frio Bajo Prácticas de Producción Sostenible. (H. Colmenares, Ed.) Bogotá, Colombia.
- MONTAÑEZ G.V.A. (2012). Desarrollo de una línea de condimentos para una nueva empresa de comercialización. Tesis para optar el grado de master en administración de proyectos. Universidad para la Cooperación Internacional (UCI). Lima - Perú. 157p.
- PINTO Z. M, (2007). Modulo Manejo de Cosecha y Poscosecha de las Frutas.
- OFICINA REGIONAL DE LA FAO PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE. (1987) Manual para el Mejoramiento del Manejo Poscosecha de Frutas y Hortalizas PARTE I (Cosecha y Empaque) Santiago, Chile.
- TIRILLY Y. & BOURGEOIS M. (2002). TECNOLOGIA DE LAS HORTALIZAS Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España).
- THOMPSON A.K. (2003). Almacenamiento en Atmosfera Controladas de Frutas y Hortalizas. Editorial Acribia, s.a. Zaragoza (España).
- WILLS, R. McGLASSON, B., GRAHAM, D. JOYCE, D. (1999). Introducción a la Fisiología y Manipulación Poscosechas de Frutas, y Hortalizas y Plantas Ornamentales.

ANEXOS

Anexo 01

INDICE DE MADUREZ

TABLA N° 14: ÍNDICES DE MADUREZ DE LA MANDARINA

| ESTADO DE MADUREZ | COLOR PIEL | COLOR PULPA | AROMA | SABOR |
|-------------------|-----------------------------|---------------------|-------|------------|
| MUY VERDE | verde | naranja verdoso | 1 | muy ácido |
| VERDE | verde amarillento | naranja amarillento | 2 | ácido |
| PINTÓN | amarillo con manchas verdes | naranja | 3 | lig. Ácido |
| MADURO | amarillo | naranja | 4 | dulce |
| SOBREMADURO | anaranjado amarillento | naranja intenso | 5 | amargo |

| TEXTURA | APARIENCIA | PESO JUGO | PESO TOTAL | % ACIDEZ | % JUGO | BRILLANTEZ |
|-----------|-------------|-----------|------------|----------|--------|------------------|
| muy dura | Liso | 22 g. | 67 g. | 0,7872 | 34,38 | brillante |
| dura | Liso | 23 g. | 70 g. | 0,9 | 32,86 | brillante inten. |
| lig. Dura | liso rugoso | 35 g. | 106 g. | 0,4876 | 33,02 | lig. Brillante |
| suave | liso rugoso | 31 g. | 78 g. | 0,736 | 39,74 | poco brillante |
| muy suave | muy rugoso | 38 g. | 91 g. | 1,952 | 41,76 | sin brillo |

A continuación tenemos las muestras en sus diferentes etapas de maduración:



Mandarina muy verde



Mandarina verde



Mandarina pintón



Mandarina madura



Mandarina sobremadura

FIGURA No 02: MANDARINA

Fuente: FRANCO, 2009

Anexo 02

TABLA N°15: ÍNDICES DE MADUREZ DE LA NARANJA

| ESTADO DE MADUREZ | COLOR PIEL | COLOR PULPA | AROMA | SABOR |
|-------------------|---------------------|---------------------|-------|------------|
| MUY VERDE | verde | naranja verdoso | 1 | muy ácido |
| VERDE | verde | naranja amarillento | 2 | ácido |
| PINTÓN | verde amarillento | naranja | 3 | lig. ácido |
| MADURO | amarillo | naranja | 4 | agridulce |
| SOBREMADURO | naranja amarillento | naranja intenso | 5 | dulce |

| TEXTURA | APARIENCIA | PESO TOTAL | PESO JUGO | %JUGO |
|---------|------------|------------|-----------|--------|
| 5 | 1 | 319 g. | 92 g. | 28, 84 |
| 4 | 2 | 324 g. | 132 g. | 40, 74 |
| 3 | 3 | 294 g. | 134 g. | 45, 58 |
| 2 | 4 | 227 g. | 86 g. | 37, 89 |
| 1 | 5 | 212 g. | 96 g. | 45, 28 |

A continuación tenemos las muestras en sus diferentes etapas de maduración:

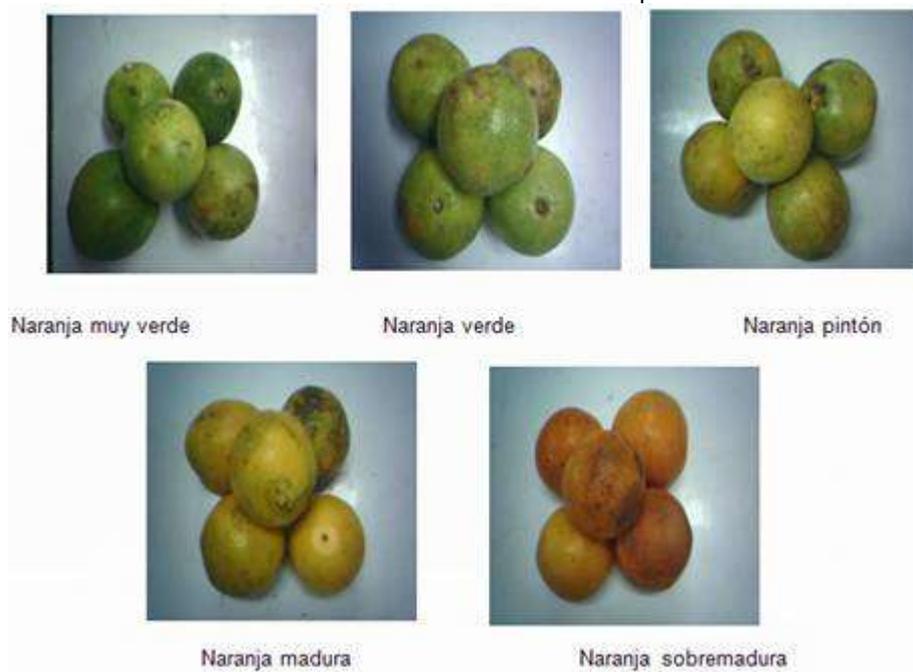


FIGURA N° 03: NARANJA

Fuente: FRANCO, 2009

ANEXO 03

TABLA N° 16: ÍNDICES DE MADUREZ DEL PLÁTANO

| TEXTURA | PESO TOTAL | PESO JUGO | % PULPA | % ACIDEZ | PRESENCIA DE ALMIDÓN |
|------------|------------|-----------|---------|----------|----------------------|
| muy dura | 140 g. | 73 g. | 52, 14 | 0, 0366 | pardo |
| dura | 181 g. | 96 g. | 53, 04 | 0, 1707 | oscuro |
| lig. Suave | 197 g. | 123 g. | 62, 44 | 0, 195 | muy oscuro |
| suave | 178 g. | 107 g. | 60, 11 | 0, 1889 | claro |
| muy suave | 144 g. | 97 g. | 67, 36 | 0, 1462 | muy claro |

| ESTADO DE MADUREZ | COLOR PIEL | COLOR PULPA | AROMA | SABOR |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|------------------|
| MUY VERDE | verde hoja | marfil | sin olor | astringente |
| VERDE | verde | hueso | menos fuerte | poco astringente |
| PINTÓN | verde amarillento | crema | poco fuerte | poco dulce |
| MADURO | amarillo | crema amarillento | fuerte | dulce |
| SOBREMADURO | amarillo negruzco | amarillo | muy fuerte | muy dulce |

A continuación tenemos las muestras en sus diferentes etapas de maduración:

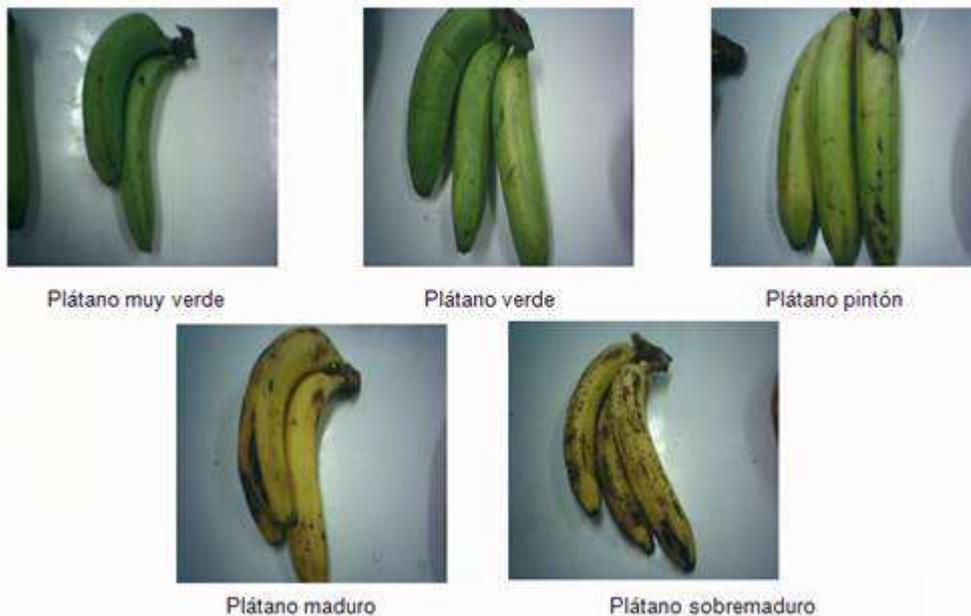


FIGURA N° 04: PLATANO

Fuente: FRANCO, 2009

ANEXO 04

TABLA No 17: ÍNDICES DE MADUREZ DE LA MANZANA

| ESTADO DE MADUREZ | COLOR PIEL | COLOR PULPA | AROMA | SABOR |
|-------------------|--------------|----------------|-------------------|-----------|
| MUY VERDE | verde oscuro | blanco verdoso | poco fuerte | muy ácido |
| VERDE | verde | blanco | un poco agradable | ácido |
| PINTÓN | verde rojizo | blanco | agradable | agridulce |
| MADURO | verde rojizo | blanco | agradable | dulce |

| TEXTURA | APARIENCIA | COLOR SEMILLA | DESPRENDIMIENTO PEDÚNCULO | ALMIDÓN |
|--------------------|---------------|-------------------|---------------------------|---------|
| dura | muy lisa | blanca | 5 | 5 |
| dura | muy lisa | crema | 4 | 4 |
| un poco dura | lisa | amarilla | 3 | 3 |
| un poco dura | lisa | marrón | 2 | 2 |
| suave | algo rugosa | negra | 1 | 1 |
| PESO TOTAL | TAMAÑO | BRILLANTEZ | % ACIDEZ | |
| 319 g. | 13,5 cm. | brillante | 0,5077 | |
| 324 g. | 13,5 cm. | brillante | 0,2347 | |
| 294 g. | 14 cm. | algo brillante | 0,2901 | |
| 227 g. | 14 cm. | algo brillante | 0,128 | |
| 212 g. | 14 cm. | un poco opaco | 0,064 | |
| SOBREMADURO | rojo verdoso | blanco | poco desagradable | rancio |

A continuación tenemos las muestras en sus diferentes etapas de maduración:



Manzana muy verde



Manzana verde



Manzana pintón



Manzana madura



Manzana sobremadura

FIGURA N° 05 MANZANA

Fuente: FRANCO, 2009

GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. **Baya** es el tipo más común de fruto carnoso simple, en el cual la pared entera del ovario madura, generalmente, en un pericarpio carnoso y comestible. En la definición más estricta del término el ovario es súpero en estas flores. Tienen uno o más carpelos dentro de una cubierta fina y los interiores muy carnosos, las semillas dispersas en la pulpa.
2. **Capsaicina:** Sustancia irritante picante o acre que le da el sabor característico a pimienta, la Capsaicina pura es un sólido rojo oscuro, insoluble en agua, pero soluble en aceites y alcohol etílico..
3. **Dehiscencia:** designa la apertura espontánea de una estructura vegetal, una vez llegada su madurez, para liberar su contenido.
4. **Fitófagos:** Que se alimenta de materias vegetales.
5. **Frutos secos indehiscentes:** Los frutos simples indehiscentes secos son los frutos que maduran sin dar a luz a la semilla, es decir que no la liberan durante su maduración.
6. **Hidrolisis:** desdoblamiento de la molécula de ciertos compuestos orgánicos por acción del agua.
7. **Hesperidio** es un tipo de baya modificada, a menudo obtenido de cítricos. Es un fruto carnoso de cubierta más o menos endurecida, constituida por pericarpio, mesocarpio y endocarpio, y materia carnosa entre el endocarpio o pared interior del ovario y las semillas.
8. **Inflorescencia** es la disposición de las flores sobre las ramas o la extremidad del tallo; su límite está determinado por una hoja normal.

La inflorescencia puede presentar una sola flor, como en el caso de la magnolia o el tulipán, o constar de dos o más flores como en el gladiolo y el trigo. En el primer caso se denominan inflorescencias unifloras y en el segundo se las llama plurifloras.

9. **Pedúnculo:** prolongación del cuerpo; mediante la cual están fijos al suelo; algunos animales de vida secundaria, como los percebes.
10. **Pepónide** o **Pepo:** es un tipo de baya que procede de un ovario ínfero, y caracterizado por una cutícula dura e impermeable. Es el fruto característico de las cucurbitáceas, la familia de la calabaza, el melón, la sandía y el pepino.
11. **Senescencia:** dicho de un ser vivo que empieza a envejecer.
12. **Siconos** son un tipo de frutos compuesto o múltiple, típico del género *Ficus* al que pertenecen las higueras. Están compuestos de un receptáculo piriforme o redondeado, hueco en su interior y con una abertura apical, protegida por pequeños hipsófilos; dentro y en las paredes de este receptáculo se hallan las flores y más tarde los diminutos frutículos de estas plantas. El nombre viene del griego y significa higo.
13. **Solanáceas:** nombre común de una familia botánica formada por unos 90 géneros y 2600 especies, entre las que hay varias cultivadas como alimento y en jardinería.
14. **Sorosis:** Es un fruto compuesto, carnoso, derivado de una inflorescencia, como la mora o la piña americana.
15. **Vástagos:** renuevo o ramo tierno que brota del árbol o de otra planta.