

IICA



**TECNOLOGIA DEL MANEJO
DE POSTCOSECHA
DE FRUTAS Y HORTALIZAS**

Oficina en Colombia

IICA
PM-CO-027
1987

11
Baptist

RESERVA
BIBLIOTECA

CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
Presentación	ix
I. MANEJO DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN POSTCOSECHA BASES CIENTIFICAS (<i>Wenceslao Vargas O.</i>) . .	11
A. Conceptos Preliminares	11
B. Consideraciones Teóricas	15
II. MANEJO DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN POSTCOSECHA COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE FRUTAS Y HORTA- LIZAS DURANTE LA POSTCOSECHA (<i>Wenceslao Vargas O.</i>)	33
A. Transpiración	36
B. Respiración	42
III. EL FENOMENO DE LA MADURACION (<i>Ricardo Cepeda O.</i>)	55
A. Características Fisiológicas	56
B. Maduración	56
C. La Respiración	57
D. Coeficiente Respiratorio	58
E. Productos Climatéricos y no Climatéricos	59
F. Ciclo climatérico	59
G. Factores que Afectan la Respiración . . .	60 ✓
H. Conceptos de Madurez	60
I. Índice de Madurez	62
J. Consecuencia de una Recolección en Epoca Inadecuada	63
K. Control de la Maduración	64
IV. MANEJO DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN POSTCOSECHA LÁ CALIDAD, SUS PARAMETROS Y CLASES EN FRU- TAS Y HORTALIZAS (<i>Wenceslao Vargas O.</i>)	67
A. Concepto de Calidad	67

This One



ZLWD-9KU-7J8X

Digitized by Google

	<u>Pág.</u>
B. Sanidad	68
C. Valor Nutricional	69
D. Propiedades Organolépticas	69
E. Propiedades Fisicomecánicas	69
F. Las Clases de Calidad.	70
G. Control de Calidad	71
V. EL FRIO EN LA CONSERVACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS <i>(Wenceslao Vargas Oviedo)</i>	79
A. Acción del Frío en la Conservación de los Pro- ductos Perecederos	80
B. Refrigeración y Producción de Frío	80
C. Prerrefrigeración o Preenfriamiento	89
D. Almacenamiento y Transporte Refrigerados ...	99
E. Riesgos de Daño por Aplicación del Frío . . .	104
VI. GENERALIDADES Y FUNDAMENTOS DE LAS OPERACIONES DE POSTCOSECHA DE FRUTAS Y HORTALIZAS <i>(Isidro Planella Villagra)</i>	113
VII. INSECTOS DAÑINOS EN FRUTAS Y HORTALIZAS DE POST- COSECHA, SUS DAÑOS Y SU CONTROL <i>(Héctor M. Aldana A.)</i>	121
A. Insectos y Acaros Dañinos en Frutas Cosecha- das	122
B. Controles	125
C. Insectos de las Hortalizas Cosechadas	129
D. Aplicaciones de Plaguicidas en Frutas y Hor- talizas en Postcosecha	129
VIII. PROBLEMAS PATOLOGICOS EN POSTCOSECHA Y SU CON- TROL <i>(Rodolfo Barriga Olivares)</i>	135
A. Proceso de Infección	136
B. Medidas de Control	140
IX. ENVASES-EMPAQUES EMBALAJES (FUNCION-TIPO-USO) <i>(Jorge Moreno González)</i>	151
A. Definiciones	153
B. Los Alimentos y su Envasado	153
C. Funciones y Requisitos	155
D. Materiales para Envases o Empaques	163

E.	Tipos de Envases o Empaques	163
F.	Clases de Envases o Empaques	165
G.	Diseño de Envases o Empaques	183
H.	Símbolos en Empaques y Embalajes	197
I.	Control de Calidad	197
J.	Los Contenedores	201
X.	LA IMPORTANCIA DEL EMPAQUE DE CARTON <i>(Daniel E. Villanizar)</i>	209
A.	El Cartón en el Agro	210
B.	El Costo Total de un Embalaje	212
C.	Conclusión	215
XI.	IMPORTANCIA ECONOMICA DEL BUEN MANEJO DE POST- COSECHA <i>(Carlos González Iturriaga)</i>	217
A.	El Mercadeo como Factor de Desarrollo	218
B.	Pérdidas por Mal Manejo Durante la Postco- secha y su Incidencia Económica	220
C.	Factores Básicos que Inciden en las Pérdidas	226
D.	Relación entre las Pérdidas Postcosecha y las Inversiones para Disminuirlas	235
E.	Conclusiones	239

PRESENTACION

Las tecnologías del manejo postcosecha de los productos agrícolas juegan un rol muy importante en el éxito de proyectos agroindustriales cuya finalidad es comerciar en productos frescos. Estas empresas manejan productos agrícolas frescos, las que podemos llamar agroindustrias de adecuación pero para darles la connotación agroindustrial deben tener incorporado o vinculado estrechamente al productor de materias primas.

El alto valor de las pérdidas de productos agrícolas frescos en el país según datos del I.I.T. (1979) llega a US\$244.000.000 significando aproximadamente un 30% de la producción anual.

Cada vez hay mayor conciencia de que las pérdidas se pueden evitar o disminuir con un buen manejo técnico de los productos a través de empresas que vinculan al productor de materias primas. Esto se demuestra por la creación en años recientes de varias nuevas empresas que están especializadas en la adecuación industrial de productos perecederos, utilizando el transporte refrigerado, dando asistencia técnica al productor y clasificando, lavando y desinfectando los productos para llegar en mejores condiciones al consumidor.

El IICA a través del Proyecto de Cooperación para el Fomento y Promoción Agroindustrial identificó la necesidad de capacitar a profesionales sobre la tecnología de postcosecha a través de cursos que tuvieran un alto contenido práctico, ofreciendo dos de ellos en 1985, por intermedio del Programa Nacional de Capacitación Agropecuaria, PNCA.

Esta publicación de la Serie: Resultados de Seminarios y Cursos, contiene las conferencias escritas, dictadas durante dichos cursos que servirá para otros cursos como de orientación básica para aquellas personas que deseen iniciarse en el tema de conservación de frutas y hortalizas frescas.

MANEJO DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN POSTCOSECHA , BASES CIENTIFICAS

Wenceslao Vargas Oviedo*

A. Conceptos Preliminares

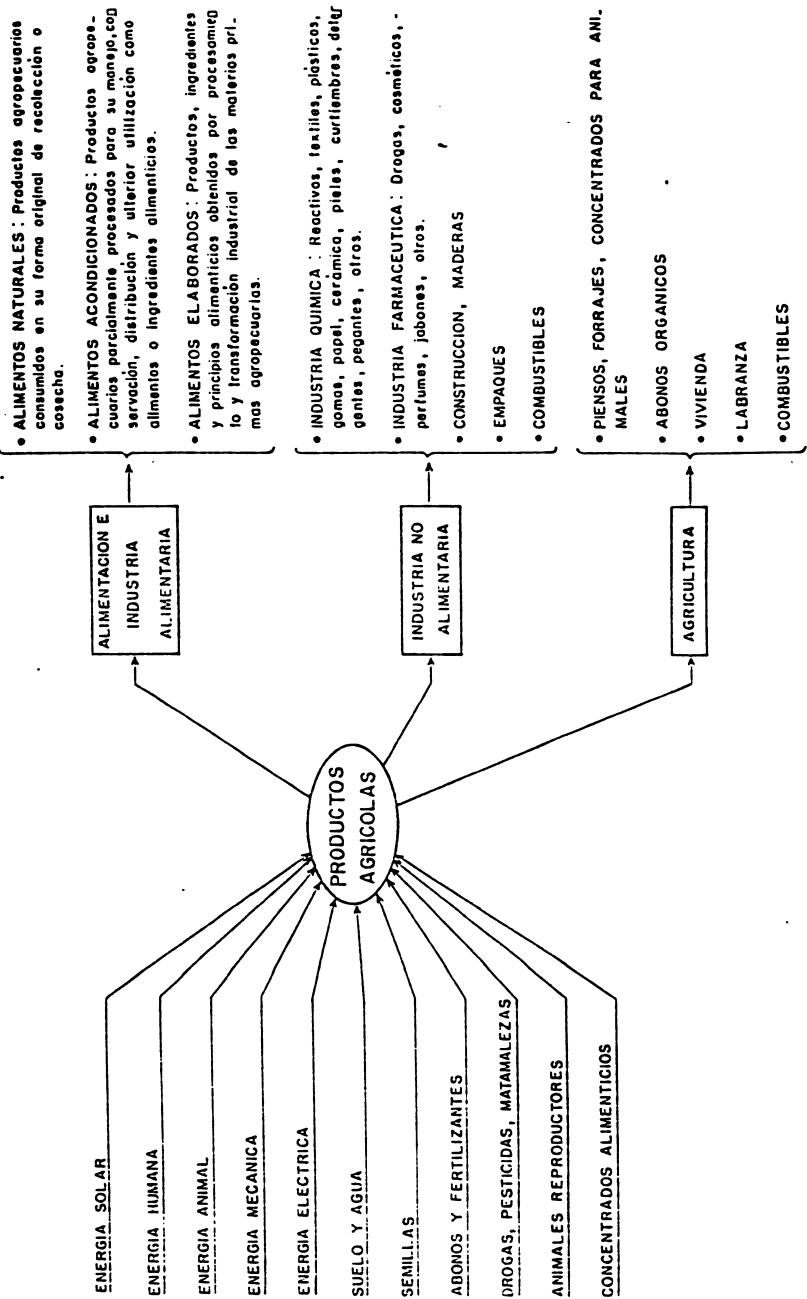
1. Frutas y Hortalizas

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.

Son por tanto materiales biológicos, esto es tejidos o productos provenientes de procesos biológicos: materias primas que, habiendo exigido tiempo, trabajo y capital en su producción, deben ser manejadas, preservadas, aprovechadas y transformadas de la manera más racional, integral y retributiva posible.

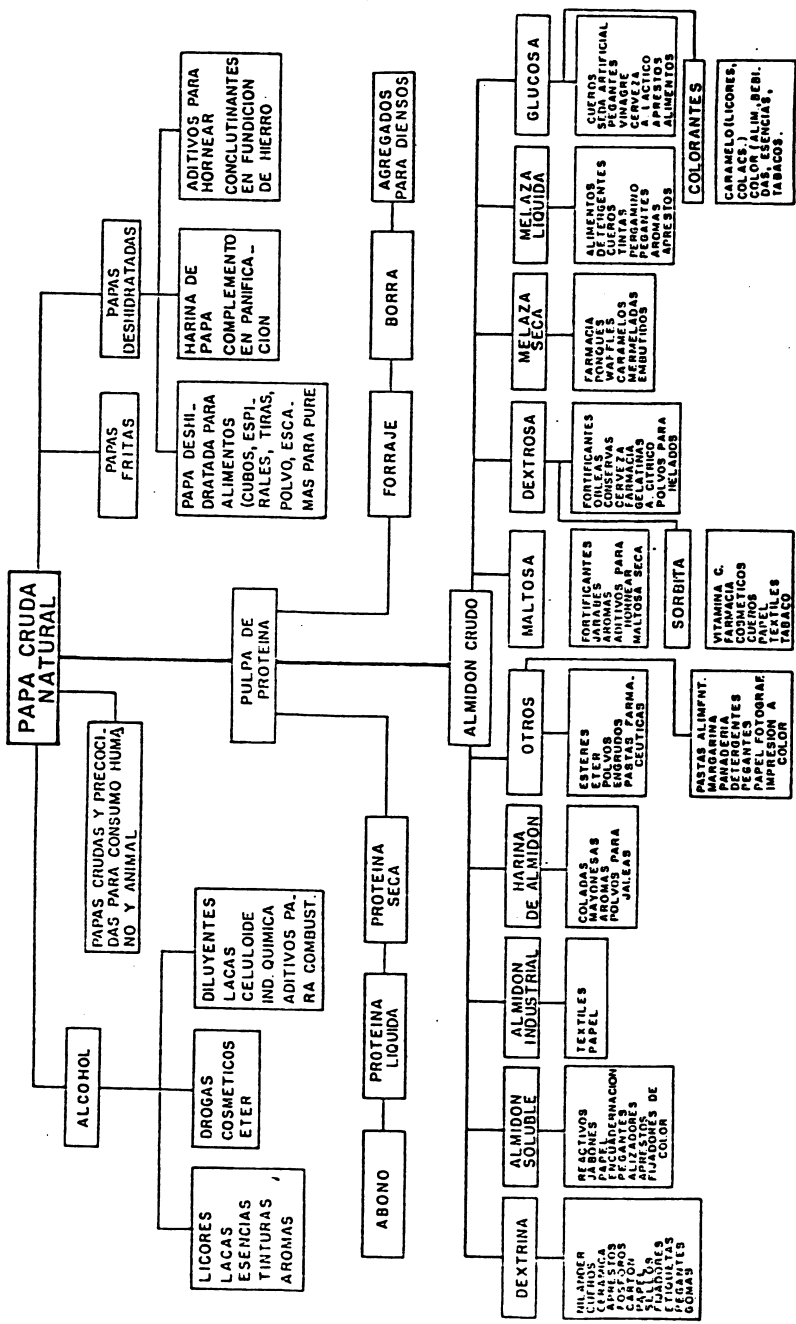
* Químico, Universidad Nacional, M.Sc., U. Carolina del Norte, Ingeniero Industrias Alimentarias, U. de París, Profesor, Universidad Nacional de Colombia.

Fig. 1 BALANCE ENTRE LA PRODUCCION Y EL BENEFICIO INTEGRAL DE LOS PRODUCTOS AGRICOLAS



Dibujo L.A. de G. CEMAV UN

UTILIZACION INTEGRAL DE LA PAPA



Diseño L.A. de O. CEMAV U

2. Postcosecha o postrecolección

Lapso o período 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.

Período 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 en sí mismo o como materia prima industrial, las distancias entre los centros de producción y de consumo, las condiciones ambientales que lo rodean y rodearán, las medidas aplicables y los medios disponibles para su conservación en esta etapa postcultural.

3. Manejo de postcosecha

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 período de postrecolección: cosecha, acopio local o en finca, lavado y limpieza, selección, clasificación, empaque, embarque, transporte, desembarque, almacenamiento.

Dos ideas fundamentales derivadas de este concepto y relacionadas con la integridad de las cosechas hortifrutícolas: calidad y percecibilidad.

4. Percecibilidad y grados de percecibilidad

Puesto que los productos agropecuarios constituyen materiales biológicos en su naturaleza intrínseca y en su procedencia, ellos son por esencia percederos o percecibles. 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 postcosecha, los alimentos y productos agropecuarios suelen ser clasificados así:

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 de sus 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 de 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 mayores grados 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.

c. Productos poco perecederos o no perecederos

Aquellos que, habiendo 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.

B. Consideraciones Teóricas

El manejo en postcosecha de los productos hortifrutícolas nos impone la necesidad y conveniencia de recordar y puntualizar algunas ideas elementales pero básicas acerca de la compo-

sición química, la estructura física y el comportamiento fisiológico de dichos materiales alimenticios.

1. Composición química de las frutas y hortalizas

En primera instancia consideremos a estos productos integrados por dos grandes fracciones primarias: materia seca y agua.

a. 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 en él 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. Cualquier esquema, como el que a guisa de ejemplo se adjunta, nos permitirá observar con algo de detalle la composición de esta fracción general de los productos hortifrutícolas. Allí encontraremos desde componentes tan sencillos en su estructura y peso molecular como ciertas sales inorgánicas hasta las moléculas gigantes y complejas de incontables proteínas. La mayoría de tales componentes constituyen precisamente los principios alimenticios que configuran la materia y masa del producto, que le sirven para su propio metabolismo y por los cuales el hombre entra a competir con los parásitos y demás agentes de la depredación y el deterioro alimentario: microorganismos, insectos, gusanos, roedores, aves.

Naturalmente los productos hortifrutícolas difieren mucho entre sí por lo que concierne a los contenidos y proporciones de sus respectivos componentes o grupos o clases de componentes. Ellos presentan una composición química de extrema variedad, especialmente si la comparamos con la composición que los productos de origen animal 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 inocuos, hasta llegar a sustancias deseables o indeseables, agradables o desagradables, atractivas o repulsivas y aún nocivas para la salud del consumidor: agua, sales minerales, carbohidratos, ácidos, pigmentos, ligninas, gomas, mucílagos, resinas, aceites esenciales, taninos, sustancias amargas, alcaloides y muchos otros componentes. Salvo el agua **-componente único-** cada uno de estos grupos o clases puede estar

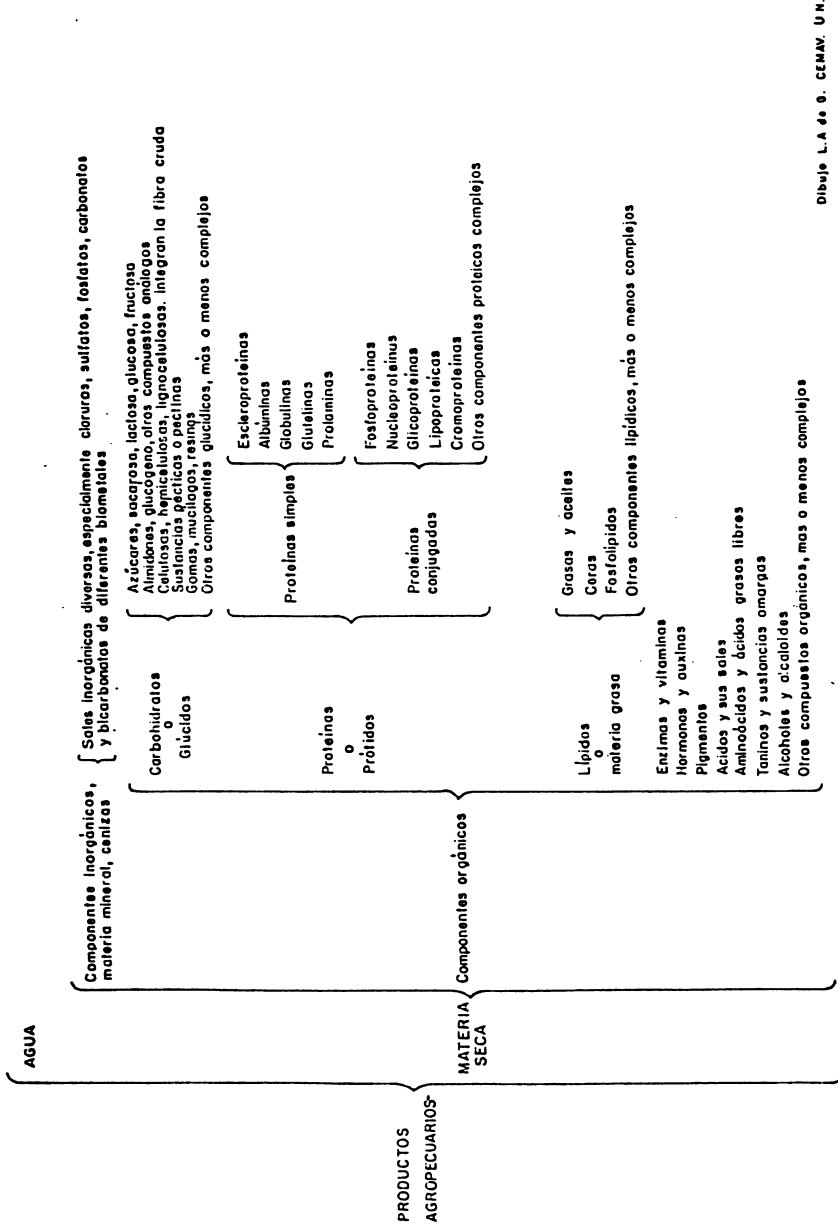
representado por la variedad de sus integrantes en muy variadas proporciones.

b. Agua

Como 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 sólo 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 postcosecha. 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 fisicomecánicas de estos materiales alimenticios (apetencia, textura, consistencia, elasticidad y demás propiedades reológicas);
- 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 postrecolección, toda vez que cataliza, dirige y regula tales reacciones, particularmente a través de las correspondientes y específicos sistemas enzimáticos;
- dada su característica y elevada conductividad térmica, ella desempeña su papel termoregulador en los tejidos biológicos y sirve de eficaz vehículo para movilizar el calor en los procesos de refrigeración y congelación destinados a conservar los productos;
- sobre la base de su presencia y disponibilidad mínima requerida para cada caso, ella determina

ESQUEMA BASICO DE LA COMPOSICION QUIMICA DE LOS PRODUCTOS AGROPECUARIOS



Dibujo L.A. de O. CEMEX. U.M.

que los microorganismos deteriorantes y otros parásitos presentes en las frutas y hortalizas vivan y se multipliquen o por el contrario se inhiban, inhabiliten o mueran.

Si examinamos con detenimiento cualquier tabla de composición de alimentos o productos agropecuarios, notaremos que los contenidos de agua en ellos son en extremo variados y variables, con valores que determinan altos porcentajes, hasta 90 y aún más por ciento. Como es de esperarse y la experiencia diaria lo demuestra, el grado de perecibilidad de tales productos o cosechas crece a la par con los contenidos y proporciones de agua.

Esta agua corresponde no sólo a aquella adherida a la superficie de los productos, sino también y más que todo a la asociada íntimamente como tal a ellos y por tanto incorporada, mediante variadas fuerzas de atracción, a la naturaleza y composición química de dichos materiales. Ella se encuentra allí bajo 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;
- agua de solución, esto es fundamentalmente el agua de fluido intracelular de los tejidos biológicos. Es agua que 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.

Dado que el agua de los productos hortifrutícolas ofrece ciertas características y valores en su presión de vapor, debemos pensar que por simple principio físico esta presión suya de vapor tenderá normalmente a fijar relaciones de equilibrio con la presión del vapor presente en el aire o atmósfera que circunda a dichos productos a una temperatura determinada. En otras palabras que el contenido de agua en dichos productos guarda estrecha relación con el contenido de humedad del aire que los rodea. Esta relación reviste gran importancia en el manejo y conservación de los alimentos y materias primas alimenticias.

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.

Consideremos cierta cantidad de un elemento encerrada en un recipiente hermético y cuya superficie está en contacto con un espacio lleno de aire, a una temperatura dada. El agua presente en el ámbito ejercerá una presión de vapor menor al valor de la presión de vapor en estado de saturación en el aire. En otras palabras se presenta un desequilibrio entre las presiones de vapor del alimento y el aire. Esta descompensación es inestable, puesto que el sistema de aire-alimento tenderá naturalmente a un estado de equilibrio dinámico pero estable entre las presiones de vapor de sus dos componentes. La humedad relativa del aire circundante del alimento tendrá entonces un valor inferior al 100% de saturación y corresponderá al contenido específico de humedad del producto a la temperatura del sistema. Esta humedad relativa

del aire se denomina humedad relativa en equilibrio del alimento. 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:

$$A_a = \frac{p}{p_o}$$

Si nosotros analizamos entonces con detenimiento esta relación de presión de vapor entre el alimento y el agua, veremos que ella equivale a la relación entre humedad relativa en equilibrio (HR) en términos de porcentajes y la humedad de saturación. Por consiguiente la actividad acuosa podrá expresarse también así:

$$A_a = \frac{HRE}{100}$$

En consecuencia la actividad acuosa debe entenderse como la humedad relativa en equilibrio expresada en forma de fracción decimal, expresión esta que tiene la ventaja de comunicar la idea de que la humedad del alimento es menos "activa" que el agua libre. Así, a elevados contenidos de humedad, cuando estos excedentes a los de los sólidos, la actividad acuosa es cercana o igual a la unidad 1.0. Cuando el contenido de humedad es inferior a esta cantidad, la actividad acuosa es así mismo inferior a 1.0. Si construimos u observamos una gráfica en cuyas abscisas se coloquen los contenidos de humedad de los alimentos y en las ordenadas las actividades de humedad, la actividad acuosa decrece con rapidez. A propósito, estas gráficas que relacionan el contenido de agua con la actividad acuosa son las llamadas isoterms de sorción del agua.

Esta relación entre el contenido de humedad y la actividad acuosa reviste la mayor importancia en el desarrollo y en el control de los procesos de deterioro biológico, enzimático y químico de los alimentos. En efecto los estudios e investigaciones han llevado a la conclusión de que tales procesos de deterioro y descomposición se presentan, con inconveniente y nociva rapidez, solo a partir de ciertos valores mínimos en la actividad acuosa, de acuerdo con cada producto y con el tipo de agente deteriorante. Sin embargo debemos tener siempre en cuenta que en el deterioro de los alimentos,

junto con la actividad acuosa intervienen otros factores, particularmente 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, determinado (a) por los procesos biológicos de respiración, cuando el alimento constituye en sí mismo un tejido biológico y un organismo viviente, como serían 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. Solo hay unos pocos de ellos que pueden completar los ciclos de vida con actividades acuosas hasta 0.05. Los ácaros en general son incapaces de sobrevivir cuando la actividad acuosa cae por debajo de 0.50.

Por lo que concierne a los microorganismos, tenemos que tampoco toda el agua presente en los alimentos es utilizable para su crecimiento, ya que parte de ella se encuentra unida y retenida por el respectivo producto. Si nos referimos a la actividad acuosa como relación entre las presiones de vapor de agua en el alimento y el agua libre, podremos notar que en teoría dicha actividad acuosa equivale a lo que denominaríamos la fracción molar del agua en el sistema alimentario considerado. Sin embargo en la práctica tampoco toda esta agua es utilizable por los microorganismos, toda vez que, esta disponibilidad está condicionada por la intensidad de las fuerzas que la mantienen unida a los diversos componentes del alimento. El crecimiento de las bacterias es virtualmente imposible con valores por debajo de 0.90. Los hongos y las levaduras requieren actividades acuosas por encima de 0.80 aunque puedan presentarse casos de hongos capaces de sobrevivir con valores hasta de 0.70. En general las bacterias

- requieren valores en la actividad acuosa más altos que las levaduras y éstas más que los hongos. Por tanto los alimentos relativamente secos tienen más probabilidad de descomponerse por acción de los hongos que por las levaduras y las bacterias.

El papel de la actividad acuosa en la acción deteriorante de los microorganismos sobre las frutas y hortalizas -como sobre cualquiera otros productos alimenticios- está desde luego influida por y estrechamente relacionada no sólo con la temperatura y la humedad atmosférica relativa sino también por los demás factores intrínsecos y extrínsecos del crecimiento microbiano: fuerzas osmóticas, pH o acidez, potencial de oxidación-reducción, presencia de inhibidores naturales en el producto, contenido de nutrientes específicos, barreras de cáscara y cutículas protectoras, tensión de oxígeno y acceso de aire, otros componentes atmosféricos particularmente dióxido carbónico.

La conjugación e influencia relativa de estos diversos factores determinan en las frutas y hortalizas la acción predominante de los hongos, seguidos de las levaduras y las bacterias. Citemos los géneros principales:

-Hongos-Botrytis, Rhizopus, Alcenaria, Geotrichum, Penicillium, Aspergillus, Cladosporium, Colletotrichum, Furarium, Monilia, Mucor, Sclerotinia, Sporotrichum, Phytophthora, Trichoderma, Trichotecium.

-Levaduras-Saccharomyces, Torulopsis, Pichia, Debaryomyces.

-Bacterias-Erwinia, Pseudomonas.

El deterioro bioquímico, en que el agua desempeña también un papel de importancia, surge de procesos enzimáticos 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 peroxidasas. Con todo, pueden existir enzimas que permanecen activas a valores muy bajos en la actividad acuosa. Por ejemplo las lipasas pueden actuar a valores de 0.3 hasta de 0.1. Algunas enzimas ven muy reducida 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 condensación 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.

Por ejemplo algunas producen hidrólisis y degradación de las macromoléculas; otras son oxidativas y dan origen al llamado pardeamiento enzimático; otras actúan sobre los lípidos a través de reacciones que conducen al enranciamiento hidrolítico. Por tanto el papel que la actividad acuosa tiene frente a las enzimas es de importancia en el manejo y conservación de a las enzimas es de importancia en el manejo y conservación de los alimentos.

La acción de las polifenoloxidasas, comprometidas en el pardeamiento enzimático, reviste gran incidencia y significación en el manejo, empaque, transporte y almacenamiento de las frutas y hortalizas. Las presiones, los golpes, magulladuras, fricciones, heridas, cortes y otros daños mecánicos activan dichos sistemas enzimáticos, al sufrir daño el tejido y poner dichas enzimas en contacto con el oxígeno del aire.

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, transportadas, almacenadas, conservadas, analizadas, inspeccionadas, acondicionadas, en fin, para su comercialización, preparación culinaria, procesamiento y transformación industrial.

De acuerdo con la moderna teoría celular, todas las formas de vida, es decir plantas, animales y microbios, están formados por células y sus productos y estas células se originan de células preexistentes. La célula es entonces la unidad fundamental de la vida y representa la estructura física común de todos los organismos vivientes. Es una organización estructural dinámica y altamente integrada. Ella constituye el mínimo común denominador que reúne todos los requisitos de un sistema viviente. En otras palabras ella representa la más pequeña unidad morfológica capacitada con vida autónoma, que puede por ende poseer todos los atributos de la vida. Para el cumplimiento de esta misión crucial, la naturaleza ha dotado a la célula de una organización integrada, compuesta de estructuras subcelulares complejas, de composición química intrincada, que incluye agua, proteínas, grasas, carbohidratos, sales y otros minerales. En otras palabras la célula es un conjunto de componentes o porciones específicas. Es decir que las diversas actividades típicas de la célula son cumplidas por estructuras subcelulares e intracelulares denominadas orgánulos u organillos, altamente especializados, que configuran el todo de la célula individual y que bajo la dirección y coordinación de cada célula confluyen a una unidad de acción

biológica. Esta unidad fundamental de acción biológica y de estructuración celular refleja una similitud para toda célula tanto en sus moléculas componentes como en las reacciones que se producen en los diversos seres vivientes, desde los más simples y diminutos hasta lo más grandes y complejos. En general, las mismas moléculas desempeñan papeles similares, independientemente de la célula o células que ellas constituyen.

Observemos y analicemos cualquier diagrama elaborado o enfoque microscópico que nos permita visualizar ojalá comparativamente la conformación y organización de células representativas vegetales, animales y aun microbianas. Ante todo tengamos en especial cuenta las tres partes principales constitutivas de cualquier célula vegetal y animal: el núcleo, el citoplasma y la membrana celular llamada también membrana plasmática o membrana citoplasmática.

Esta membrana plasmática reviste especial importancia en relación con el manejo postcosecha y conservación de los productos hortifrutícolas. Es una fina, delgada y delicada capa elástica que rodea por completo el citoplasma y lo separa del medio circundante. Compuesta en proporción predominante de proteínas y lípidos, esta membrana representa apenas una diferenciación del citoplasma y constituye una estructura celular mucho más importante que una simple piel externa pasiva. En efecto, se trata de un sistema de barrera activa encargada de regular el intercambio de sustancias entre la célula y su medio circundante. Para el desempeño de este papel crítico la membrana celular está dotada de una permeabilidad selectiva, permeabilidad diferencial o semipermeabilidad, mecanismo mediante el cual ella deja pasar unas sustancias hacia o desde el interior de la célula mientras excluye otras. En esta forma ella permite la absorción desde el exterior de materiales que directa o indirectamente son requeridos para cada función celular específica. Al mismo tiempo ella permite la salida de los productos de desecho del metabolismo celular y de otro lado retiene dentro de la célula las diversas clases de moléculas necesarias para el mantenimiento de la función celular. Cuando la célula muere, la permeabilidad selectiva desaparece y los componentes internos se mezclan con el medio externo, en proceso que constituye el criterio más definitivo de la muerte celular.

La membrana celular es la única estructura envolvente del citoplasma en las células animales y en diversos microorganismos. Por el contrario, en las plantas y en otros microorganismos esa delicada membrana citoplasmática se encuentra externamente rodeada por una estructura más dura y espesa, de composición química diferente. Es la pared celular,

sintetizada y secretada por el citoplasma. Esta pared no puede en rigor considerarse como una estructura componente de la célula misma sino como un depósito extracelular. Es decir que la célula vegetal propiamente dicha está constituida en realidad por el conjunto de la membrana y el citoplasma, que actúan de modo colectivo y unificado, con sus diversas subestructuras. Ello ha llevado a científicos y autores a designar este conjunto con el nuevo término más preciso y actualizado de protoplasto.

En las células vegetales la pared celular está constituida principalmente por celulosa. Según el tipo de célula vegetal y la edad del tejido, esta celulosa puede estar acompañada y asociada con otras sustancias, entre las que están ciertas sales, ligninas, pectinas, hemicelulosas y compuestos grasos como ceras y suberina. El grosor de la pared celular varía en alto grado de acuerdo con el tipo de tejido vegetal y con las condiciones y tiempo de crecimiento. En general, mientras la célula crece y se desarrolla, se va formando una primera pared que es la pared celular primaria. Al avanzar el desarrollo y edad del tejido, las células adultas -que ya no crecen mas- van a menudo depositando materiales adicionales sobre las superficies internas de sus paredes celulares primarias. Surge así la pared celular secundaria. Las células vegetales van además secretando y depositando entre su propia pared y la pared de sus vecinas una sustancia cementante que les permite unirse entre ellas con firmeza para darle al tejido solidez y consistencia. Surge así una nueva estructura, intercelular, que es la lámina media, constituida en esencia por sustancias pécticas. En los tejidos inmaduros estas sustancias pécticas están prioritariamente representadas por protopectina insoluble, lo que asegura una mayor rigidez y consistencia al tejido. Al avanzar la maduración, la protopectina puede ir hidrolizándose a pectina soluble, lo que contribuye al ablandamiento natural y progresivo del tejido. En fin, las células vegetales expuestas al aire externo van segregando cutículas cerosas que por su carácter grasoso terminan formando sobre la superficie exterior del tejido una membrana o película relativamente impermeable. Estas cutículas entran así a cumplir un papel en el control de la transpiración y el marchitamiento de las frutas y hortalizas frescas, en particular hortalizas foliares y verduras tiernas.

La formación y composición químicas de la pared celular vegetal determinan en ellas unas características y un papel suigeneris dentro del tejido. A diferencia de la membrana celular, ella carece de la permeabilidad selectiva, por lo cual no toma parte activa en el proceso de intercambio de materiales entre la célula y su medio circundante. Carente de

esta permeabilidad diferencial, ella es permeable a la mayoría de las moléculas que van y vienen respecto de la célula y su medio. Asimismo ella carece de funciones enzimáticas por lo cual su papel metabólico activo no existe. En consecuencia su función fundamental está en actuar como armazón que protege y sirve de protección y soporte a la célula y la planta en general. Ella protege entonces a la célula y al tejido de los daños mecánicos. Pero ante todo ella evita cualquier ruptura osmótica de la membrana celular. En efecto, dada la esencial libertad del agua para entrar y salir de la célula, si esta última es colocada en un medio de alto contenido acuoso, puede presentarse un ingreso en ella de agua en cantidad tal que, de no ser por la rigidez y fortaleza de dicha pared, la membrana celular terminaría rompiéndose. Por último, en cuanto concierne a los productos alimenticios de carácter celular, si nosotros nos basamos en las características físicas y la composición química, bien podremos inferir el papel decisivo que la pared celular en general puede tener en relación con las propiedades físicas y mecánicas como factores o parámetros de calidad de los alimentos y con la relativa facilidad de acción de las enzimas sobre el tejido alimentario y las células, dentro de los procesos de ingestión y digestión.

Puesto que la célula constituye la unidad fundamental de la vida y representa la estructura física común de todos los seres vivientes, ella corresponde entonces al primer nivel, eslabón y punto de partida en el gran proceso general de integración biológica. El tipo más simple y el eslabón inferior de organización celular en los seres vivos corresponde a la unicelularidad, en que todo el organismo individuo consta de una sola célula. Son los microorganismos, con su papel específico y notable en la conservación de los productos alimenticios. También forman parte de este nivel de organización las células gigantes correspondientes a los huevos.

El segundo tipo de organización biológica corresponde a la multicelularidad. Los animales y plantas superiores presentan una complejidad estructural intrínseca mucho mayor que las formas vivientes inferiores. La mayor complejidad estructural tendrá que estar relacionada y concatenada de modo estrecho con una mayor complejidad y diversificación funcional. El organismo debe entonces fijar una racional división y eficiente distribución del trabajo fisiológico. Esta diferenciación del trabajo biológico interno determina el desarrollo de células cuya morfología les permite adaptarse a las funciones que cada una de ellas ha de cumplir, a fin de que su cometido ofrezca mayor perfección, eficiencia y rendimiento. Esta necesidad de distribución del trabajo fisiológico y diferenciación funcional da origen a un segundo nivel ascen-

dente de organización e integración celular. Es el tejido, que corresponde a un agregado o agrupación ordenada de células caracterizadas por una morfología similar estrechamente relacionada con la función específica que ellas en conjunto desempeñan. El tejido consta por tanto de células similares en su forma y función, que se combinan con diferentes cantidades y tipos de sustancias intercelulares para configurar así cada conjunto hístico o tisular. En el tejido cada molécula coopera con las demás en el logro de una función determinada. Los tejidos pueden presentar diversos grados de especialización, de acuerdo con el grado de especialización que a su turno hayan logrado las células que los forman. Los animales y las plantas disponen de sus correspondientes tejidos característicos. Así en los animales está el tejido epitelial, el tejido conectivo, el tejido muscular, el tejido nervioso y el tejido sanguíneo, mientras las plantas están conformadas por sus tejidos meristémicos y sus tejidos permanentes, representados estos últimos por los tejidos de base, los tejidos protectores y los tejidos conductores. Observemos con detenimiento diagramas elaborados o enfoques microscópicos que nos permitan visualizar la organización celular y estructura interna de diversos tejidos.

El órgano representa el tercer nivel de organización biológica y celular. Un órgano es una asociación de tejidos que entre sí cooperan para llevar a cabo un acto fisiológico. Son tejidos que se coordinan y unen para cumplir una determinada función o un conjunto de funciones. El hígado es un órgano animal, la hoja es un órgano vegetal. Ambos constan de un determinado número de tejidos diferentes y ambos se distinguen por sus morfologías y estructuras celulares respecto de cualesquiera otros órganos del organismo a que cada uno de ellos pertenece. A su turno un grupo dado de órganos puede estar comprometido en el cumplimiento de una clase determinada de funciones entre sí relacionadas de modo estrecho. Este cuarto nivel de organización y asociación biológicas da origen a los llamados sistemas orgánicos. Sus órganos integrantes cooperan entre sí para realizar un determinado acto fisiológico. El sistema nervioso, el sistema muscular, el sistema circulatorio, el sistema reproductor son ejemplos de sistemas orgánicos animales. Finalmente en los animales y las plantas superiores las células, los tejidos, los órganos y los sistemas orgánicos, cada uno en su correspondiente nivel de asociación, se integran y coordinan para desarrollar la unidad de acción fisiológica que corresponde al organismo como un todo unitario, en su condición de quinto nivel de organización biológica.

Las distintas formas de estructuración físicas y organización celular puede caer dentro de las diferentes operaciones y procedimientos propios del manejo y conservación de las frutas y hortalizas. Organos como las hojas y los tuberculos; organismos completos, como las diversas plantas recolectadas, manejadas y conservadas en su integridad.

BIBLIOGRAFIA

1. BALLINGER, W. E. 1968. From material given in a course on postharvest physiology. NCSU, Raleigh, U.S.A.
2. CAMBELL, A. M. et al. 1980. The experimental study of food, 2nd edición. Constable and Company, London.
3. DeBALOGH, P. G. 1969. Mercadeo de frutas y hortalizas: Aspectos generales. Parte I. Bogotá. ILMA.
4. DUCKWORTH, R. B. 1966. Fruits and vegetables. Pergamon Pres, Oxford, England.
5. JAMIESON, M. y JOBBER, P. 1975. Manejo de los alimentos, v. 2. Técnicas de Conservación. Trad. R. Palazón. Méjico, D. F. PAX.
6. VARGAS OVIEDO, W. 1984. Fundamentos de Ciencia Alimentaria. Fundación FIID (Editor). Imprenta Italgraf.

MANEJO DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN POSTCOSECHA, COMPORTAMIENTO FISIOLOGICO DE FRUTAS Y HORTALIZAS DURANTE LA POSTCOSECHA

Wenceslao Vargas Oviedo*

Introducción

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 sometidas a partir de momento mismo 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 aún desviaciones 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 catalítica y reguladora del metabolismo del tejido o producto ya recolectado, mientras los nuevos tratamientos y condiciones postculturales no inactiven a dichas enzimas.

Es un acto de natural reciprocidad, este comportamiento y respuestas de los organismos, órganos y tejidos alimentarios determinan las condiciones en que dichos productos deben ser manejados y tratados para garantizar la mejor protección de su

* Profesor Universidad Nacional.

integridad y preservación de su calidad. Desde luego que estas consideraciones se refieren al comportamiento fisiológico postcultural de los productos agropecuarios con prescindencia total de cualquier acción metabólica proveniente de parásitos y patógenos que cada material puede albergar.

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 postcosecha. 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 un simple fenómeno físico de diferencia de presiones de vapor entre el producto y el aire que los circunda.

Los cereales, legumbres secas y otros granos de bajo contenido de agua tendrán obviamente una intrínseca presión de vapor baja. Si la humedad relativa del aire circundante excede de ciertos límites, su mayor presión de vapor hará que pase agua de la atmósfera al producto en busca del natural equilibrio de presiones. La absorción de humedad podrá alcanzar niveles favorables para que la latencia del grano se interrumpa y con ello se inicie la germinación de la semilla. A lo cual deberemos agregar los riesgos evidentes y muy posibles de que la actividad acuosa del producto humedecido alcance los niveles adecuados para la proliferación de hongos y otros agentes del deterioro.

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

Ahí está la pared celular densa y compacta que rodea la parte viviente de la célula representada por el protoplasto. Cada protoplasto está envuelto en el plasmalema, una delgada membrana celular dotada de permeabilidad, diferencial. Dentro del protoplasma una variedad de subestructuras celulares u organismos que deben responder por la actividad metabólica de la célula: núcleo, mitocondrios, retículo endoplasmático y ribosomas cuerpo de Golgi y, según cada tipo de célula, cloroplastos; cuerpos protéicos, gránulos de almidón, gotas de lípidos, inclusiones cristalinas. En fin la vacuola, una estructura subcelular que tiene papel importante en el comporta-

miento de las células y los tejidos de las frutas y hortalizas. La vacuola es una especie de bolsa o saco que contiene la denominada savia celular. Esta savia es una mezcla de azúcares, ácidos orgánicos, sales, polifenoles y otros materiales solubles, productos de asimilación y metabolitos que producen la concentración o presión osmótica de la célula. El número y tamaño de las vacuolas varía según las especies y ante todo según la edad de las células y los tejidos. En las células jóvenes las vacuolas son pequeñas y numerosas. Al crecer la célula y como consecuencia de la imbibición de agua y otras moléculas pequeñas y aceptables -consecuencia de la permeabilidad selectiva-, el tamaño de las vacuolas aumenta con mayor rapidez que la cantidad de protoplasto. Las vacuolas pueden ir uniéndose entre ellas, por lo que su tamaño crece mientras que su número disminuye, hasta llegar con frecuencia a constituir una sola vacuola grande en la célula madura.

En segundo lugar tengamos siempre en mente que las frutas y hortalizas constituyen siempre organismos, sistemas orgánicos, órganos o tejidos que siguen viviendo después de ser cosechadas y que como tales deben ser recolectadas, manipuladas, empacadas, transportadas, almacenadas y conservadas hasta el momento de su desintegración biológica y su muerte determinadas por el procesamiento industrial, la cocción culinaria y el consumo directo. Esta condición de seres vivientes implica desde luego que ellas continúan respirando, transpirando, metabolizando y experimentando por tanto múltiples cambios bioquímicos ante todo deteriorantes, a velocidades que dependen de cada producto y de las condiciones ambientales a que las tengamos sometidas. En otras palabras ellas prosiguen desarrollando su plena actividad metabólica, modificada de acuerdo con los sectores ambientales que sobre ellas establezcamos. Esta actividad metabólica se traducirá en fenómenos naturales de transpiración, respiración y maduración y estará regida en su ritmo por dos tipos de factores para cada producto:

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 cáscara, cutícula o pulpa, presencia de reguladores del crecimiento.

2. Factores extrínsecos o ecofisiológicos

Tales como humedad atmosférica relativa, temperatura, composición química del aire circundante del producto,

movimiento del aire o ventilación.

Los fenómenos atañaderos al comportamiento fisiológico de postcosecha 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 fisiológico y bioquímicos que acompañan a los procesos metabólicos dentro de las células 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 frente a los factores intrínsecos y extrínsecos. Si observamos cuidadosamente cualesquiera diagramas, ilustrativos de estos fenómenos de transpiración o respiración, veremos que ellos constituyen la resultante de la compleja red de procesos metabólicos que se están produciendo dentro de las células y los tejidos del producto, que se traducen en toda una serie de cambios graduales en la composición química y en ciertas características físicas y que se manifiestan a través del proceso de maduración. Estos diagramas suelen mostrarnos entre otras cosas que ciertas frutas presentan un específico perfil de respiración, con un significativo incremento en el ritmo respiratorio durante el lapso de plena madurez o razón. Es el llamado climaterio, con su correspondiente período climatérico, cuyo manejo y control exige conocimiento y cuidado en la postcosecha y especialmente dentro del proceso de maduración.

A. Transpiración

La gran mayoría de las especies vegetales 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 a 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.

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 postcosecha se acentúa en las hortalizas foliares.

1. Formas de transpiración

- Transpiración estómicica - todos los órganos y tejidos de la planta que contengan estomas, de acuerdo con las condiciones que determinen la apertura de dichas estructuras de intercambio gaseoso con el aire.
- Transpiración cuticular - evaporación del agua desde las células epidérmicas, a través de la cutícula que las recubre y de acuerdo con el grado de desarrollo de dicha cutícula.
- Transpiración lenticelar - 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.
- Diferencias en el funcionamiento y condiciones internas del tejido presiones osmóticas celulares, capacidades de imbibición del protoplasma y de las paredes celulares, comportamiento de los estomas.
- Diferencias estructurales: superficie total del producto, particularmente las hojas, espesor de la 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 a 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 tiene que ser mayor aún como consecuencias de la comúnmente mayor actividad fisiológica del producto inmaduro. Caso prominente las hortalizas y verduras, que deben cosecharse tiernas.
- 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 o producto - cuando más sano, íntegro e intacto tanto menor será la transpiración. Los golpes, fricciones, heridas, cortes y agrietamientos abren 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 aún 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. Otro tanto con las llagas producidas por microorganismos, insectos, roedores, aves y otros depredadores posibles. La consecuencia no es sólo pérdida de agua, sino además incremento de desechos ocasionados por la necesaria escogencia de unidades defectuosas y recorte de tejidos marchitos y afectados. Son pérdidas que pueden llegar a niveles hasta del 25%.

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 al 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.

Entre el producto y su atmósfera circundante se establece una relación de presiones de vapor que desde luego tienden a equilibrarse. El agua o humedad se mueve en respuesta a diferencias en las presiones de vapor entre el producto y el aire circundante, por lo cual ella se desplaza desde las altas presiones hacia las bajas tensiones o áreas de baja presión. En otras palabras se establece una diferencia o déficit de presión de vapor que debe reducirse al mínimo valor, a fin de asegurar un óptimo control de la transpiración.

La tabla de Smock y Neubert expone las relaciones entre la humedad relativa, la presión de vapor y el déficit de presión de vapor.

El manejo y conservación de las frutas y hortalizas se torna aún más complejos, difíciles y costosos por el hecho de que ellas deben ser mantenidas en un estado de frescura lo más similar posible a su estado natural en su fuente o medio de producción. Por otra parte la situación se complica todavía más para ciertos productos, especialmente las verduras, que por lo general, deben ser cosechadas en un notorio grado de inmadurez botánica y ternura, cuando aún no han desarrollado y consolidado a plenitud las cutículas exteriores de protección. Es decir que el manejo y conservación deben orientarse a controlar y a reducir al mínimo las pérdidas de agua por transpiración y cualquier otra forma de eliminación. El hecho mismo de que las frutas y hortalizas se encuentren ya separadas de su medio y fuente de vida hace de ellas organismos, órganos y tejidos vivientes caracterizados por una muy pronunciada susceptibilidad a cualesquiera variaciones en la humedad atmosférica y la temperatura. Si por su alto contenido de agua y su elevada transpiración ellas ofrecen una mayor presión de vapor respecto de la atmósfera se producirá un desplazamiento de agua desde el protoplasma de las células a través de sus membranas, a lo largo de los espacios intercelulares hasta la superficie del producto para reponer la humedad que de allí ha sido retirada hacia el aire. Esta pérdida de agua reducirá desde luego la turgencia de las células y con ella la textura del producto.

Diversos factores determinan la textura de las frutas y hortalizas: la turgencia de las células vivas, su forma y tamaño, su cohesividad, la presencia de tejidos de sostén, la composición de la planta. La turgencia es la presión osmótica generada dentro de la savia celular. Ella se traduce entonces

**RELACION ENTRE PRESION DE VAPOR, HUMEDAD RELATIVA Y
DEFICIT DE PRESION DE VAPOR (Según Smeck y Neubert)**

Temperatura	Presión de vapor (mmHg) a humedad relativa determinada (%)				
	50	70	90	100	
0	2.29	3.21	4.12	4.58	
5	3.27	4.58	5.89	6.54	
10	4.60	6.45	8.29	9.21	
20	8.77	12.28	15.79	17.54	
25	11.88	16.63	21.38	23.76	
	5	50	30	10	0
Déficit de presión de vapor (mm Hg) a humedad relativa dada (%)					

en la presión que los contenidos de la célula ejercen sobre la pared celular y de este modo hace que el tejido entero se mantenga firme o turgente. Todo ello es producto de un delicado balance de fuerzas que mantiene a la célula en su volumen normal al mismo tiempo que permite el intercambio de sustancias comprometidas en el proceso metabólico. Si la célula viva es sometida en su interior al esfuerzo motivado por una pérdida o deficiencia excesiva de agua, ella pierde su turgencia normal y se torna flácida y blanda, como consecuencia del proceso denominado plasmólisis. Sobreviene el marchitamiento irreversible del órgano o tejido vegetal. Por sus altos contenidos de humedad las frutas y hortalizas pueden ofrecer una presión de vapor superior a la presión del aire circundante. Ello produce desplazamientos de agua desde el protoplasma de las células a través de sus membranas a lo largo de los espacios intercelulares hasta la superficie del órgano o tejido para reponer la humedad que allí ha sido retirada por el aire circundante. Desde luego estas pérdidas de agua se incrementan en alto grado cuando los productos son magullados, estregados y cortados, ya que muchas estructuras celulares y superficies internas del tejido quedan de hecho expuestas al aire. Si además de la evaporación hacia la atmósfera el agua fluye del producto en su forma líquida, a su propia pérdida deberemos agregar la grave eliminación de nutrientes hidrosolubles. Es decir que a las pérdidas ocasionadas por el oxígeno del aire sobre diversos principios nutritivos, se suman aquellas derivadas de la eliminación del agua del tejido.

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 cuanto 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. La pérdida de vitamina C en papas enteras peladas y puestas en agua puede alcanzar cerca del 9% en 24 horas, mientras que ella puede duplicarse en papas rebanadas y sumergidas durante el mismo tiempo. Las estructuras celulares y superficies internas del tejido han quedado expuestas al flujo de los nutrientes hacia el agua de lavado.

c. Temperatura - junto y en íntima relación con la humedad relativa, la temperatura representa factor crítico y

fundamental de la transpiración en postcosecha. 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, aumentará la presión de vapor en el interior del tejido o producto respecto del exterior, lo cual aumentará el déficit de presión de vapor entre el producto y el aire que lo rodea y por ende se incrementará el ritmo de transpiración. La apertura de los estomas y con ello la transpiración estómicica 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 estómicica no se produce a 0°C o menos. Si embargo en algunas especies ciertas temperaturas alrededor o cerca de 40°C pueden inducir la reapertura de los estomas, en la oscuridad.

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 atmósfera 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 bioenergéticos que acompañan y determinan dicho intercambio gaseoso y que tienen lugar en el interior de las células que integran el tejido o producto hortifrutícola.

El consumo de oxígeno, la liberación de dióxido carbónico y la 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.

Recordemos que 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. 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.

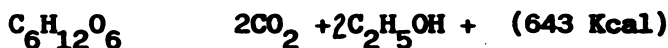
Los dos tipos de respiración:

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



(Glucosa)

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 tóxica para las células y llega a causarles la muerte. Reacción general:



Cociente respiratorio:

Relación entre el anhídrido carbónico liberado y el oxígeno consumido:

$$Q = \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$$

El cálculo del coeficiente o cociente respiratorio sirve de indicador del tipo de reacciones que predominan en un determinado proceso de oxidación de alimentos:

- Combustión de carbohidratos (glucosa) : $Q = 1$
- Combustión de grasas y ácidos orgánicos,
más oxidados que los carbohidratos: $Q = 1$
- Combustión de proteínas: $Q = 1$
- Combustión por fermentación: Q excesiva-
mente elevado.

Los cambios que el proceso respiratorio induce en la composición química y características físicas definen la ruta seguida por la maduración y determinan la evaluación de la calidad en el producto. Por ejemplo, la respiración es responsable de cambios favorables y deseables como el sazonomiento, ablandamiento y desarrollo del calor en las frutas y en los tomates maduros cosechados cuando aún están verdes. Más ella es asimismo, responsable de cambios desfavorables e indeseables como la pérdida de aroma en el maíz tierno, el endurecimiento y decoloración de las habichuelas y otras verduras, la disminución en fin de azúcares, ácido ascórbico y otros nutrientes, con la consecuente merma en la calidad de diversos productos.

1. Factores intrínsecos de la respiración

- 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 en post-cosecha la forma más práctica de expresar la actividad respiratoria es el calor eliminado del producto por unidad de peso y de tiempo, observemos en la tabla adjunta la incidencia de diversos factores intrínsecos de la respiración, entre ellos la especie y variedad, a una temperatura establecida y en kilocalorías.
- 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.

TABLA: Cuocientes respiratorios de algunas frutas a diferentes temperaturas, de acuerdo con Ballinger

Temperatura (°F)	Fresas	Duraznos	Limonos	Naranjas	Toronjas
32-50	3.7	4.8	4.0	4.0	3.3
42-60	2.6	3.2	2.7	2.7	2.5
52-70	2.2	3.0	1.7	2.1	2.0
62-80	2.0	2.2	2.0	1.6	1.5
72-90	-	-	2.0	1.5	1.7
82-100	-	-	2.6	1.9	2.5
92-110	-	-	-	2.0	2.5

Fuente: Ballinger, W From Material Given in a Course on postharvest physiology. U.S.A., NCSU, Releig, 1969

-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 su actividad respiratoria. Por ejemplo esta es mayor en la cáscara que en la pulpa de las manzanas. Existe correlación entre la velocidad de respiración y el número de células presentes en un peso dado de producto. En las zonas estacionales las frutas de variedades veraniegas poseen muchas células, por lo cual tienen mayor ritmo de respiración que las variedades invernales, pues estas disponen de menos células por unidad de peso. Y es de notar que las frutas con mayor respiración senescen más rápido, por lo cual son menos aptas para una conservación prolongada.

-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 sí 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 cáscara y tejido superficiales.

-Presencia de auxinas y reguladores del crecimiento - si aquellas se incrementan en la piel, la actividad respiratoria crece. Por su parte los reguladores del crecimiento modifican la actividad respiratoria sea reduciéndola o incrementándola. Por ejemplo la hidrazida la incrementa, pues intensifica la combustión de los carbohidratos. El problema de los fitorreguladores radica en sus posibles efectos nocivos para la salud humana.

-Estado general e integridad del producto - los daños en la piel y tejidos superficiales aumentan la actividad respiratoria. Los estropeos, golpes, magulladuras, raspaduras, heridas, fricciones, presiones de de las aristas de los empaques y otros daños ocasionados por mala recolección, manejo y empaque tienden

a elevar la respiración, especialmente en la zona afectada. Se produce activación de los sistemas enzimáticos presentes en los tejidos, tales como las fenolasas y ello eleva la acción respiratoria. Además se abre la posibilidad de invasiones por microorganismos, los cuales a su turno incrementan la respiración del producto, toda vez que se amplía el acceso del oxígeno del aire y se facilita la salida de anhídrido carbónico.

TABLA: Incidencia de diversos factores intrínsecos en la velocidad y actividad respiratoria de frutas y hortalizas a 5°C.

<u>Producto</u>	<u>Kcal/ton x día</u>
Habichuelas	2.330-2.880
Espárragos.....	2.990-5.840
Brócoli, en germinación	2.780-4.450
Coliflor	1.060-1.220
Lechuga, cabeza	680
Lechuga, hoja	1640
Espinacas	2.000-2.890
Cebolla, larga.....	960-3.790
Cebolla, cabezona	202
Tomate, maduro verde	280
Tomate, maduro	330
Alverjas, verdes	3.330-4.040
Manzana. amarilla transparente	680
Manzana, Jonathan	210
Ciruela	230-380
Limonas	160-480
Melones	510
Melocotones	350-500
x Naranjas	330-410
Zanahoria, descabezada	890
Papa, inmadura	660
x Plátanos	1.000-1.800
Peras	400-600
Fresas	910-1.720
Duraznos	360-510
Batatas	430-860

2. 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 cualesquiera reacciones químicas, toda vez que se produce un natural incremento en la acción catalítica de las enzimas del tejido viviente. Este aumento en la respiración conduce a una mayor producción de calor y éste a su turno eleva aún más la velocidad de respiración, particularmente durante el transporte y 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.

El calor liberado puede alcanzar elevadas cifras en algunos productos, particularmente hacia el centro de las cajas, bolsas, paquetes, arrumes, unidades de transporte y bodegas. Observemos en la Tabla correspondiente el efecto de la temperatura sobre la actividad respiratoria.

Los organismos vivos, dentro de límites relativamente estrechos, aproximadamente entre 5°C y 30°C, responden a la temperatura en una forma que es característica para las reacciones químicas. Sin embargo, la variación no es uniforme dentro de dicho rango. Los cambios por temperatura son influidos por los restantes factores intrínsecos y extrínsecos de cada fruta y hortaliza.

En general cada producto hortifrutícola tiene específicamente un nivel mínimo de temperatura por debajo del cual y un nivel máximo por encima del cual, la calidad comienza ya a demeritar y a perder valor. Los aguacates - frutos climatéricos por excelencia - son caso típico de respuesta a estos mínimos y máximos de temperatura. Ellos no presentan climaterio m a 5°C o menos, ni a 30°C o más. A la temperatura baja, su tejido ennegrece y el producto pierde su comestibilidad. Es el daño por enfriamiento y puede llegarse más aún al daño por congelación. Del otro lado, por encima de 30°C el producto no presenta tampoco climaterio y el producto tiende a presentar un ablandamiento anormal. Los bananos no toleran temperaturas inferiores a 12°C ó 13°C. Algunas variedades de manzanas pueden almacenarse a 1°C sin que sufran daño, en tanto que otras no resisten temperaturas inferiores a unos 4°C.

TABLA: Efecto de la temperatura sobre actividad y velocidad respiratoria en frutas y hortalizas

<u>Producto</u>	<u>Kcal/ton/día</u>		
	0°C	5°C	15°C
Alverjas verdes	2.070-2.120	3.330-4.040	9.900-11.200
Tomates, maduros verdes	150	280	1.550
Tomates, maduros	250	330	1.400
Zanahorias, descabezadas	530	890	2.030
Apio	400	610	2.000
Repollo	300	430	1.000
Naranjas	100-250	330-400	930-1250
Limonos	130-230	160-480	580-1260
Manzanas	80-380	200-680	700-2.000
Cerezas	330-460	710-740	2.700-3.300
Melones	300	450	2.500
Melocotones	220-350	350-500	1.800-2.400

Los daños por enfriamiento se manifiestan en las más variadas formas. Por ejemplo en los bananos hay retardo o suspensión total de la maduración; la actividad respiratoria se deprime en alto grado; la cáscara se torna bermeja oscura o amarilla con moteado pardo oscuro; la zona central del fruto puede endurecerse por completo; se reduce la hidrólisis del almidón a azúcares; hay pérdida general del aroma y sabor característicos de un buen producto.

Este comportamiento frente a la temperatura genera problemas y situaciones específicas para frutas tropicales y subtropicales. Tales productos son más sensibles a las altas temperaturas solamente cuando son retiradas del árbol. En este caso ellas son por lo menos tan sensibles a las altas temperaturas como las frutas de las zonas templadas. En cambio son más sensibles que estas últimas a las temperaturas bajas. En consecuencia dichas frutas tropicales pueden ofrecer rangos o márgenes más estrechos en sus temperaturas óptimas de almacenamiento, conservación y maduración.

Los diversos hechos anotados y muchos relacionados con el comportamiento postcultural de las frutas y hortalizas, nos dan idea clara del papel fundamental y crítico de la temperatura tanto en el control de la respiración y la transpiración como en el manejo y conservación de dichos productos.

La temperatura actúa desde luego en íntima relación con la humedad relativa. En el producto acabado de recolectar que continúa expuesto a temperaturas atmosféricas elevadas, los sistemas enzimáticos tendrán condiciones óptimas para proseguir su acción catalítica y mantener un alto ritmo respiratorio, lo cual determina un mayor desgaste de componentes propios del producto que pueden ser nutrientes valiosos para el consumidor y la calidad de la fruta u hortaliza. En algún experimento con tomates la vitamina C se perdió por completo durante un almacenamiento de tres semanas a 0°C, cuatro días a 10°C y dos días a 21°C. Por otra parte el calor generado en la respiración incrementará la transpiración a la vez que contribuirá a aumentar aún más el ritmo respiratorio, por lo menos dentro de los límites biológicos naturales y normales. Aquí radican precisamente la razón y el fundamento para la aplicación del frío en la conservación de las frutas, hortalizas y productos análogos.

Si les aplicamos frío, es decir les reiteramos calor de su interior, los efectos de este tratamiento sobre ellos serán variables, complejos, condicionados por factores

diversos tales como la naturaleza del órgano o tejido, la intensidad y rapidez del enfriamiento, las relaciones de humedad y presión de vapor entre el producto y su aire circundante. Si por ejemplo el enfriamiento no desciende hasta las temperaturas del agua congelable en el interior del tejido y sus células, el efecto se va a manifestar ante todo sobre la velocidad de las acciones catalíticas debidas a las distintas enzimas presentes en el producto. Si se trata de tejidos vivientes como las frutas y hortalizas frescas, sus procesos metabólicos corrientes se verán retardados y no sería extraño que ciertos niveles bajos de temperatura pudieran según cada tejido desencadenar determinados trastornos fisiológicos. Desde luego estamos suponiendo que el tejido u órgano se encuentra libre de microorganismos y otros parásitos. Será un efecto de tipo esencialmente bioquímicos. Si en cambio el enfriamiento desciende por debajo de las temperaturas de congelación del agua congelable en el interior del tejido y sus células, a los efectos ya señalados van a sumarse aquellos que provienen del cambio de estado del agua y de la forma en que dicho cambio se produce. Será pues un efecto físico. Así, si la aplicación del frío y la congelación son rápidas, el tamaño de los cristales puede ser tan pequeño que no afecta las estructuras internas del tejido y sus células. Si por el contrario la congelación avanza con lentitud, los cristales formados de hielo pueden ser tan grandes y cortantes que acaso rompan y desgarren las estructuras celulares del tejido u órgano congelado.

b. Composición de la atmósfera

Segundo factor externo o ambiental y por ende controlable, que indique en la conservación de los productos hortifrutícolas frescas es 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 de oxígeno a las diversas unidades del producto, el complejo proceso respiratorio se incrementará y aún podrá ser excesivo, con sus desfavorables efectos. Si en cambio dicho acceso de aire renovado es restringido por una reducida o mala ventilación, la atmósfera 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 afectarán no sólo al producto en sí mismo, sino también a otros productos almacenados junto con él.

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 período de postcosecha. Ciertamente la reducción de la temperatura constituye el medio natural, obvio y más asequible para prolongar la vida de 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 presiones 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 atmósfera controlada o modificada.

Cada producto hodrifrutícola tiene un límite mínimo de oxígeno, o un nivel máximo de dióxido carbónico, o una relación específica entre estos dos gases, a los cuales dicho producto puede reducir su ritmo respiratorio, controlar su maduración y prolongar su período postcultural sin que su calidad sufra daño y deterioro.

BIBLIOGRAFIA;

1. BALLINGER, W. 1968. From material given in a course on postharvest physiology. NCSU, Raleigh, U.S.A.
2. DeBALOGH, P. G. 1969. Mercadeo de frutas y hortalizas: aspectos generales, Parte I. Bogotá. ILMA.
3. DUCKWORTH. R. B. 1966. Fruit and vegetables. Pergamon Press, Oxford, England.
4. MOLINAS-FERRER, M. y DURAN-TORRALLARDONA, S. 1970. Frigoconservación y manejo: frutas, flores y hortalizas. Barcelona. AEDOS.
5. VARGAS OVIEDO, W. 1984. Fundamentos de Ciencias Alimentarias. Fundación FIID (Editor), imprenta Italgraf.

EL FENOMENO DE LA MADURACION

Ricardo Cepeda O.*

La calidad de las frutas y hortalizas no se puede mejorar, pero se puede conservar. La buena calidad se obtiene cuando la cosecha se hace en el estado de madurez apropiado.

Las frutas cosechadas inmaduras resultan de mala calidad y maduran en forma irregular. En forma similar, las hortalizas cosechadas demasiado pronto pueden permanecer verdes durante más tiempo, pero su calidad es mala. Por otra parte, el retraso de la cosecha de las frutas y hortalizas pueden aumentar su susceptibilidad a la pudrición, resultando de mala calidad y, por consiguiente, de escaso valor en el mercado.

En algunos casos, si el producto se va a embarcar a mercados distantes, debe ser cosechado cuando esté en sazón, pero no maduro. Aquí se presenta una dificultad, pues a diferencia de las etapas de la maduración, es difícil identificar el límite entre las etapas de premadurez y madurez. No son evidentes cambios notorios en la consistencia o el color. Con frecuencia los índices de cosecha se vuelven arbitrarios y

* Ing. Agrónomo Universidad Nacional, M.Sc., Alimentos, Profesor Asociado, facultad de Agronomía, U. Nacional de Colombia en Bogotá.

subjetivos. Entonces, el enfoque apropiado para apreciar la madurez se encuentra en la combinación de varios métodos y este es el propósito de la presente conferencia.

A. Características Fisiológicas

Al separar las frutas y hortalizas de sus plantas originarias, sus tejidos experimentan una interrupción en el suministro normal de agua, minerales y, en algunas ocasiones, de productos orgánicos simples del metabolismo que hubiesen sido transferidos normalmente a ellos desde otras regiones de las plantas. Deja de realizarse la síntesis de extracto seco nuevo a partir del dióxido de carbono y del agua, con la posible excepción de una actividad fotosintética de corta duración en las hojas verdes. Sin embargo, los tejidos continúan siendo capaces de llevar a cabo una gran variedad de transformaciones metabólicas entre los componentes orgánicos que ya contenían. Son capaces así mismo de perder agua al continuar con normalidad los procesos de transpiración en los órganos aéreos, así como mediante la evaporación a través de superficies que, en las plantas intactas, no pierden humedad normalmente.

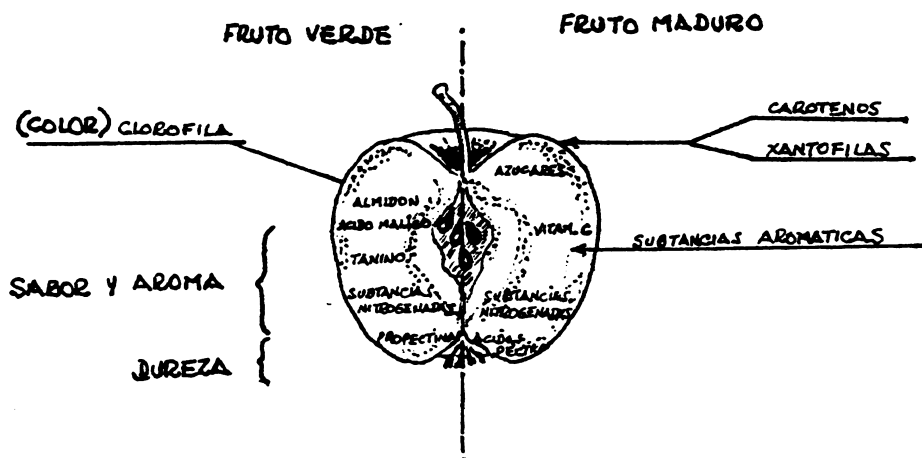
La actividad fisiológica que se desarrolla en las frutas y hortalizas cosechadas puede conducir en algunos casos a la disminución de su calidad, mientras que en otras resulta esencial para lograr el grado de maduración.

La maduración de las frutas comprende todos aquellos procesos que tienen lugar desde que se inicia el cambio de color hasta que alcanza todas las características que lo hacen apto al consumo. Es obvio decir que la maduración es una etapa fundamental en la vida del fruto, no sólo por lo que hace referencia a su calidad sino, especialmente a su capacidad de conservación.

B. Maduración

En el proceso de maduración, las sustancias acumuladas durante el desarrollo, se transforman de manera lenta y progresiva hasta que el fruto alcanza las condiciones de aroma y jugosidad que nos permiten calificarlo de maduro.

La maduración se caracteriza por una serie de transformaciones químicas que determinan cambios de sabor, consistencia, color y aromas.



COMPOSICION QUIMICA DEL FRUTO VERDE Y MADURO.

Las reacciones que predominan son las llamadas de hidrólisis, por ellas las moléculas grandes, "polímeros", que se encuentran en las frutas verdes (almidón, celulosa, pectinas) y que están formadas por la unión de moléculas más pequeñas, "monómeros", se rompen incorporando una molécula de agua y liberando estas unidades pequeñas. El almidón, por ejemplo, se hidroliza para dar azúcares que son los responsables del endulzamiento del fruto. La propectina, sustancia cementante de las células, se rompe para dar ácidos pécticos (moléculas pequeñas), provocando el reblandecimiento. Conjuntamente los pigmentos verdes, las clorofilas, se descomponen y dejan aparecer las coloraciones rojas y amarillas, características de la fruta madura, debidos a carotenos y xantofilas respectivamente.

C. La Respiración

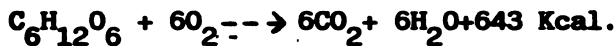
El desarrollo de todo el conjunto de reacciones que determinan la maduración, así como el mantenimiento de la actividad celular, necesitan un suministro de energía, y la obtienen mediante la respiración. La respiración es un proceso de oxidación de los alimentos con liberación de energía absolutamente necesario para una normal evolución de la maduración. De la energía que se libera en la respiración solo una parte es

aprovechada por el fruto (que la acumula en moléculas ricas en energía que utiliza después), el resto se elimina en forma de calor. El calor que se produce ha de tenerse en cuenta cuando se trata de la conservación del mismo, especialmente la frigorífica.

Este proceso de oxidación puede tener lugar utilizando el oxígeno del aire, "respiración aeróbica" o sin él, "respiración anaeróbica". Este último proceso produce mucho menos cantidad de energía y, además, conduce a la formación como productos finales, de alcohol y ácidos orgánicos, cuya acumulación excesiva es tóxica para las células y llega a producir la muerte. La respiración aeróbica conduce a la formación, como productos finales, de anhídrido carbónico (CO_2) y agua.

En ambos casos, durante el proceso se producen ácidos característicos de las frutas y hortalizas maduras, como ácido malico en las manzanas, cítrico en las naranjas, etc.

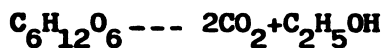
De una manera muy elemental podríamos resumir la respiración aeróbica, así:



D. Coefficiente 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 la 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 tiene lugar la respiración anaeróbica (fermentación), Q es muy elevado:



E. Productos Climatéricos y No Climatéricos

Durante la maduración, la intensidad respiratoria, es decir, la velocidad con que se producen los intercambios gaseosos (consumo de O_2 y emisión de CO_2) varía, esto es, no sigue un ritmo regular.

En algunos frutos como uvas, melones, fresas, limones, etc., disminuye progresivamente durante todo el período hasta llegar a anularse con la muerte del fruto. En otros en cambio, sigue un ciclo característico: la intensidad respiratoria disminuye hasta llegar a un valor mínimo, para subir rápidamente hasta un máximo y después volver a disminuir paulatinamente hasta anularse. A las frutas que se comportan de esta manera se les llama "**frutas climatéricas**"; en ellas las reacciones de maduración son más complejas. Pertenecen a este grupo la mayoría de las frutas que son objeto de la delicada conservación: peras, manzanas, plátanos, etc. Climaterio proviene del griego "klimater" que quiere decir escalón.

La siguiente tabla presenta los principales productos climatéricos y no climatéricos:

Climatérico

Manzanas
Durazno
Aguacate
Banano
Chirimoya
Brevo
Mango
Melón
Sandía
Papaya
Curuba
Pera
Tomate
Feijoa
Ciruela

No climatéricos

Mora
Cereza
Fresa
Uva
Cohombro
Limón
Piña
Mandarina
Naranja
Tomate de árbol

F. 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 madurez, hasta el desarrollo completo de la misma.

3. Postclimaterio

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

G. Factores que Afectan la Respiración

1. Factores internos

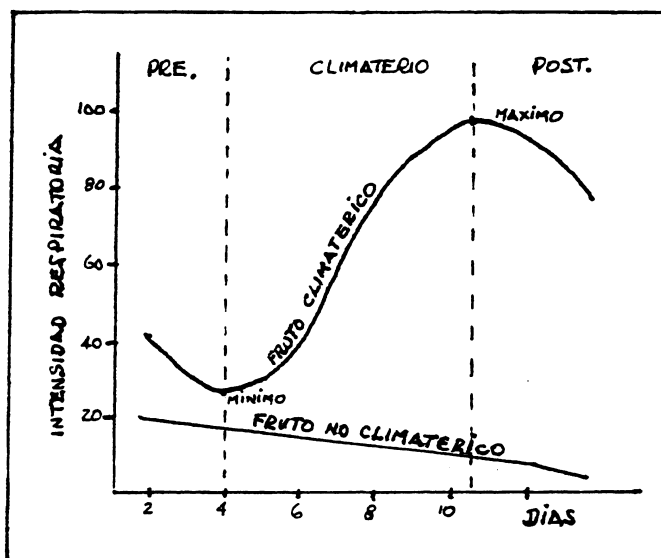
- a. Estado de desarrollo
- b. Composición química del tejido
- c. Tamaño del producto
- d. Cubiertas naturales
- e. Tipo de tejido.

2. Factores externos

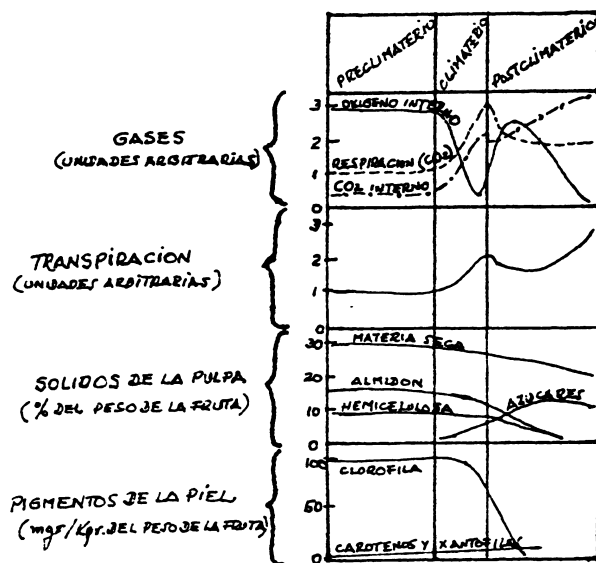
- a. Temperatura
- b. Acción y concentración de etileno
- c. Concentración de oxígeno disponible
- d. Concentración de anhídrido carbónico
- e. Reguladores del crecimiento
- f. Lesiones en las frutas.

H. Conceptos de Madurez

El término de maduración se utiliza independientemente para designar el estado de un fruto apto para ser recolectado y para el de un fruto que cumpla con las características exigidas por el consumidor. Es condición fundamental, para poder llevar a cabo una buena conservación y transformación de productos de calidad, recolectar en un estado de madurez óptimo. Surgen, entonces, dos conceptos de madurez:



DIFERENCIAS EN LA VARIACION DE LA INTENSIDAD RESPIRATORIA ENTRE FRUTOS CLIMATERICOS Y NO CLIMATERICOS



PRINCIPALES CAMBIOS BIQUIMICOS EN LA MADURACION DEL BANANO

1. Madurez de recolección, llamada también premadurez, madurez comercial (Maturity).
2. Madurez de consumo, llamada también madurez degustativa, madurez fisiológica o sazón (Ripeness).

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).

I. Índice de Madurez

Un buen índice debe ser antetodo sensible, es decir, capaz de poner de manifiesto diferencias 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 aún 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.

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 medios físicos

- a. Facilidad de absición o separación (uvas)
- b. Consistencia (dureza). Penetrometria.
- 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. Período vegetativo establecido
- c. Unidades de calor.

5. Por métodos fisiológicos

- a. Intensidad respiratoria (período climatérico)

6. Otros índices

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

J. Consecuencias de una Recolección en Epoca Inadecuada

Se han enumerado diversos procedimientos o índices para determinar el momento óptimo de recolección, a los que se debe añadir el índice de experiencia, nada 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 anomalías, entre las cuales sobresalen las siguientes:

1. Recolección demasiado temprana

- a. La maduración en postcosecha 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%. Está 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 externas (escaldado), y algunas frutas se vuelven vidriosas (manzanas).

K. 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, no 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 función del etileno es muy importante.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. CEPEDA, O. R. 1980. Apuntes sobre manejo y conservación de productos agrícolas. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Inédito).
2. DUCKWORTH, R. B. 1968. Frutas y verduras. Edit. Acribia, Zaragoza, España.
3. HAAR, F. N. y SALUNKHE, D. K. 1980. Symposium: Postharvest Biology and Handling of fruits and vegetables. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Conn.
4. LEOPOLD, A. A. y KRIEDEMANN, P. E. 1975. Plant growth and development. Second Ed. McGraw-Hill. Publishing Co. New Delhi.
5. MOLINAS, F. M. y DURAN, S. 1970. Frigoconservación y manejo. Frutas, flores y hortalizas. Edit. Aedos, Barcelona, España.
6. PANTASTICO, E. B. 1984. Ed. Fisiología de la postrecolección. Manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. Compañía Editorial Continen-

tal. 2a. Ed. México.

7. WILLS, R. B., LEE, T. H., GRAHAM, D., McGLASSON, W. B. y HALL, E. G. 1982. Postharvest. An Introduction to Physiology and Handling of fruits and vegetables. The AVI Publishing Company Inc. Westport, Conn.

MANEJO DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN POSTCOSECHA: LA CALIDAD, SUS PARAMETROS Y CLASES EN FRUTAS Y HORTALIZAS

Wenceslao Vargas Oviedo*

A. Concepto de Calidad

Al igual que el abastecimiento adecuado, suficiente y oportuno, la calidad de los productos hortifrutícolas constituye condición absolutamente esencial sea para el consumo directo y culinario, sea como materia prima para la industria alimentaria. Sin una excelente, buena o por lo menos aceptable calidad, no será posible garantizar ni un buen manejo y comercialización del material cosechado, ni un recomendable consumo y utilización doméstica, ni un rentable y eficiente procesamiento industrial, ni un alimento o producto final aceptable, sano y económico.

Puesto que nos estamos refiriendo a materias alimentarias, entenderemos por calidad el conjunto de propiedades biológicas, físicas y químicas que determinan el grado de adecuación de un alimento o materia prima alimenticia a los requerimientos sanitarios, nutricionales, sensoriales y físico-mecánicos que deben ser satisfechos para su consumo humano directo, su preparación culinaria o su beneficio y transformación industriales.

* Químico, U. Nacional, M.Sc., U. Carolina del Norte. Ing. Industrias Alimentarias, U. de París, profesor, Universidad Nacional de Colombia.

En otras palabras, enmarcaremos el concepto de calidad dentro de cuatro parámetros generales, a saber: sanidad, valor nutricional, caracteres organolépticos o sensoriales y propiedades físico mecánicas del alimento, producto o materia alimentaria alimenticia.

B. Sanidad

Este parámetro de calidad comprende dos factores fundamentales:

1. **Sanidad en relación con la salud del consumidor**

Implica el concepto de higiene. Naturalmente el primer requisito en un alimento, producto o materia prima alimenticia, es que él no sea nocivo para el consumidor, esto es, que él no atente contra la salud del hombre. Este factor sanitario reviste dos posibilidades, a saber:

-Los alimentos o las materias primas alimenticias pueden contener en su superficie o en su interior parásitos diversos como protozoos, hongos, bacterias y virus que bajo alguna forma son patógenos para el consumidor. El producto alimenticio es portador del patógeno proveniente del suelo, las aguas, las excretas humanas y animales, los operarios, los equipos y utensilios.

-Los alimentos o las materias primas alimenticias pueden contener sustancias tóxicas al consumidor, las cuales forman parte de la composición natural del producto, o son adquiridas por la manipulación a que él es sometido, o se derivan de los procesos bioquímicos determinados por las condiciones en que el producto se encuentra o almacena, o como consecuencia de la acción de parásitos.

2. **Sanidad en relación con la integridad del producto**

Este aspecto de la calidad se refiere a dos tipos de acción parasitaria o fisiológica en que la composición, calidad y cantidad del alimento o materia prima alimenticia pueden verse comprometidas:

-Acción depredadora por ataque o invasión de plagas y enfermedades; insectos, roedores, protozoos, hongos, levaduras, bacterias.

-Deterioro ocasionado por trastornos fisiológicos naturales o inducidos por las condiciones de manejo, transporte, preservación y almacenamiento.

C. Valor Nutricional

Este factor de calidad se refiere esencialmente al contenido de nutrientes que el alimento puede aportar para satisfacer los requerimientos nutricionales del consumidor. Y, al hablar de nutrientes, debe entenderse que se trata de componentes presentes efectivamente en el alimento, exigibles para un normal desarrollo y estado de salud del individuo, y no de sustancias que simulan la presencia de los principios nutritivos.

D. Propiedades Organolépticas

Este parámetro se refiere a aquellas propiedades que afectan a los sentidos del consumidor, particularmente el gusto, olfato y vista. Por consiguiente, estos caracteres se refieren básicamente al sabor, olor, aroma, color y apariencia general del producto o alimento. El tacto puede en diversos casos entrar a jugar un papel, por cuanto da ideas del grado de madurez, consistencia, textura, daños por magulladuras. Es decir que son propiedades directamente relacionadas con la aceptabilidad de un producto dado y por ende con su incidencia sobre la decisión y demanda por parte del consumidor. En la mayoría de los casos estos caracteres dan idea o son índice no sólo de la calidad del producto sino también de su grado de sanidad aparente, ya que con frecuencia el consumidor no profundiza ni elucubra acerca del valor nutritivo del producto que consume o compra.

E. Propiedades Fisicomecánicas

Este factor se refiere a las características relacionadas con los procesos y técnicas de manejo, beneficio acondicionamiento, transporte, conservación e industrialización de los productos alimenticios. Algunas de estas propiedades se refieren también a los caracteres organolépticos de los alimentos. Todas las operaciones y manipuleos a que el producto es sometido luego de su recolección, exigen de él ciertas carac-

terísticas que aseguren su integridad y su adaptación a los fines y usos pertinentes: gravedad específica, forma, tamaño, peso, volumen, color, calor específico y otras propiedades térmicas, textura, consistencia o firmeza, resistencia a cargas, presiones, impactos y cortes, elasticidad, coeficiente de fricción, conductividad eléctrica y constantes dieléctricas, transmitancia de la luz, capacidad para conducir ondas sónicas o ultrasónicas, área superficial, apariencia, facilidad de descortezamiento, descorazonamiento y descascarado.

F. Las Clases de Calidad

Dados los diversos conceptos y consideraciones precedentes, y enunciados los cuatro parámetros generales que hemos postulado para fijar los alcances y las bases de cuantificación de la calidad de los alimentos, bien podemos inferir que ella debe ligarse de modo íntimo con el proceso global de la alimentación humana en sus distintas fases sólidamente integradas de producción, abastecimiento, conservación, elaboración, consumo y asimilación. Lo cual nos lleva a establecer correlativamente cuatro clases de calidad: calidad agropecuaria, calidad comercial, calidad industrial y calidad nutricional.

1. Calidad agropecuaria

Esta calidad está representada por el valor agronómico, valor que se deriva de los parámetros sobre los cuales trabajan el horticultor, el fruticultor y los diversos científicos, técnicos y profesionales de la ciencia de la producción agrícola: rendimiento, precocidad, consistencia genética, caracteres varietales, resistencia a plagas, enfermedades y sequías o excesos de agua, adaptabilidad a climas y suelos, uniformidad en el crecimiento y desarrollo, maduración paraje, facilidad de recolección, manejo y beneficio en la finca, atributos generales de calidad.

2. Calidad comercial

Es la calidad traducida en el valor comercial del productor, valor que a su turno está condicionado y basado en todos aquellos atributos físicos, químicos y biológicos que garantizan una facilidad en el manejo del alimento, en su empaque, transporte, almacenamiento, clasificación, valoración y colocación en el mercado: ausencia de daños y defectos, sanidad, higiene y limpieza, contenidos de grasa y humedad, sólidos, ácidos totales y otros valores constantes químicas, puntajes o pesos hectolítricos, porcentajes de germinación,

contenido microbiológicos y entomológicos, consistencia, textura y otras propiedades físicas y organolépticas, conforme a normas técnicas y patrones del comercio.

3. Calidad industrial

Es la calidad representada por el valor industrial, el que a su turno surge de todas aquellas características comprometidas en el procesamiento, transformación y aprovechamiento integral del material alimenticio en su condición de materia prima para elaboración de ingredientes y alimentos acabados: sabor, aroma, relaciones de madurez, calidad y tipo de proteínas y grasas, coloración y porcentajes de jugo, rendimiento industriales, sanidad, ausencia de daños y malformaciones, forma, tamaño, peso, volumen fluidez, coeficientes de fricción, caracteres reológicos, textura y demás propiedades físicas, químicas y biológicas referentes al tratamiento industrial programado y al producto final previsto.

4. Calidad nutricional

Es la calidad representada por el valor biológico del alimento o material alimentario, valor que a turno está determinado por todos aquellos caracteres comprometidos en la buena nutrición y salud del consumidor, en calidad de metas y objetivos del proceso alimentario: sanidad e higiene; contenidos y balances e índices de nutrientes; niveles de aceptabilidad, ingeribilidad, digeribilidad y asimilabilidad; ausencia de toxinas, fraudes y alteraciones. En pocas palabras, sujeción y acatamiento a las leyes de la alimentación y a las especificaciones de la salud pública y el comercio nacional e internacional.

G. Control de Calidad

Las frutas y hortalizas -al igual que cualquier otro producto y máxime tratándose de productos alimenticios- debieran estar siempre sujetas a un programa de control de calidad.

Esta función de control de calidad en las distintas etapas de la producción y elaboración de alimentos está corrientemente descuidada y subestimada en los países en desarrollo.

Principales razones aducidas para este descuido y subestimación:

- Produce gastos y no reporta beneficios
- Todo lo que se produce y ofrece se vende

- Las normas y reglamentaciones legales no se aplican
- Se produce en la actualidad en buenas condiciones.

Todos estos argumentos y otros cualesquiera por el estilo, no reflejan una organización productiva, sino por el contrario, una desorganización empresarial y una falta de entendimiento respecto de lo que es la función de control de calidad. Si la función de contabilidad, auditoría y finanzas es básica en el control de la empresa y necesaria para medir los resultados en los balances, no lo es menos la función de control de calidad tanto para orientar los procesos de producción, comercialización y beneficio de los productos como para establecer los rendimientos cuantitativos y cualitativos, que a su turno están dados por el grado de aceptabilidad y demanda por parte del consumidor, el ama de casa o el industrial. Por ejemplo, refiriéndose específicamente a las cosechas hortícolas, A. Kramer define la calidad como el conjunto de aquellas características que distinguen a las unidades individuales de un producto y tienen significación para determinar el grado de aceptabilidad de dicha unidad por parte del consumidor. Y este grado de aceptabilidad tendrá que reflejarse y traducirse indefectiblemente en los balances contables positivos o negativos de la empresa productora, comercializadora o procesadora.

La calidad de un producto cualquiera, como es el caso de una fruta u hortaliza, no se crea, elabora o fabrica en el Laboratorio o Departamento de Control de Calidad, ni se introduce al producto mediante la inspección. Ella se prevé, se programa, se induce y deriva del proceso mismo de producción en el campo. El control de calidad verifica y evalúa esa calidad a la vez que define, precisa y supervisa las necesidades que se deben tomar para protegerla y preservarla en las sucesivas etapas y operaciones de la cosecha y postcosecha.

La verificación y evaluación de la calidad exigen desde luego la normalización, que es el establecimiento de normas técnicas, vale decir especificaciones, patrones, estándares uniformes de calidad válidos en diferentes lugares, etapas y tiempos para compradores y vendedores. Son las normas que sirven de base para la separación en grados o clases, es decir, la clasificación o gradación. La clasificación viene a traducirse entonces en la separación de cada producto en labores diferentes, cada uno de ellos con las mismas características respecto de su calidad comercial, y cada uno con su etiqueta, nombre o clave de identificación y destinación correspondiente. Las características sobre las cuales se efectúa la clasificación varían de acuerdo con cada producto y corres-

ponden a una o más propiedades físicas, químicas o biológicas específicas de cada fruta, hortaliza o tipo de cosecha.

La clasificación permite al comprador comprar con mayor exactitud lo que quiere y lo que está dispuesto a pagar, y en esta medida aumenta su satisfacción y hace más eficiente el sistema de comercialización. Si no se emplea la clasificación, el posible comprador tiene que examinar la totalidad del producto que se le ofrece, para poder saber lo que compra. Naturalmente esta situación y operación se hacen mucho más complejas y difíciles en las compras al por mayor. Cuando el vendedor y el comprador están separados por largas distancias, sea en el comercio nacional o internacional, la inspección detallada del producto resulta desde luego impracticable y se dificulta todo intercambio. Esta dificultad sólo se supera con base en alguna descripción que para ambos tenga la fuerza obligatoria de la normalización convenida y controlada o determinada por disposición legal.

Los patrones o especificaciones uniformes de calidad constituyen el medio de proveer una descripción satisfactoria tanto por los vendedores como para los compradores. Inclusive el productor o vendedor puede enviar al comprador muestras de los diferentes grados. Los comerciantes pueden comprar valiéndose tan solo de estas descripciones normalizadas. De este modo el producto puede venderse y revenderse repetidamente sin ser visto, lo que no sería posible en modo alguno si hubiera de inspeccionarse cada lote para apreciar su valor y su adecuación a las exigencias del comprador o el consumidor. Las transacciones de los productos clasificados pueden llevarse a efecto libremente, por correo, teléfono, telegrama, cablegrama, cuando las características del producto y con ellas su calidad son conocidas y no queda por determinar sino el precio y las condiciones de compraventa. El uso de un contrato modelo con condiciones uniformes de compraventa ayuda mucho a simplificar este último aspecto de las transacciones.

Además de la precedente, la clasificación por características y factores de calidad ofrece otras ventajas. Así, los consumidores suelen comprar más un producto y pagar por él precios más elevados si saben que recibirán exactamente lo que desean. Si el riesgo de obtener una calidad inferior es alto, o bien ellos insisten en precios más bajos, o cambian a otros productos más dignos de su confianza. La clasificación responsable y cuidadosa y la buena identificación de los grados de calidad reducen al mínimo los riesgos de compra del consumidor.

Por otra parte, si se vende un producto en orden descendiente de calidades a precios diferenciales apropiados, se ensancha el mercado total, ya que se amplía la gama de posibles compradores bien sea por consideraciones de carácter económico o por factores relacionados con la utilización final prevista para el producto.

Por último los beneficios de los sistemas de clasificación según grados de calidad y adecuados precios diferenciales alcanzan su plenitud cuando dichos sistemas se llevan hasta los productores primarios en el campo. Se convierte así el sistema de clasificación en un medio poderoso de guiar la producción por canales cualitativos y metas de calidad más en armonía con la pauta de consumo imperante y determinada por el consumidor del producto fresco, el ama de casa o el industrial. Una indicación clara del valor que los consumidores atribuyen a cada clase permite a los productores hacer sus planes en consecuencia y propender hacia las máximas cantidades y proporciones de las clases más ventajosas. Disponen ellos entonces de una orientación más clara y confiable para adaptar sus prácticas de siembra, cultivos, fitomejoramiento y recolección a las exigencias del mercado.

Las diversas consideraciones acerca de la calidad y sus implicaciones nos plantean la necesidad y conveniencia de tender en todo lo posible hacia la meta ideal de un plan integral de control de calidad e inspección en el manejo de las frutas y hortalizas cosechadas. Este programa integral debería contar con los siguientes elementos principales:

- Establecimiento y desarrollo de sistemas de normalización y clasificación mediante disposición oficial y por consenso o acuerdo, convenio o contrato, dentro de criterios de integración espontánea productor-acopiador o transportador-comerciante mayorista y minorista o procesador e industrial.
- Aplicación del sistema de clasificación e inspección en los puntos que mediante análisis riguroso se encuentren críticos para asegurar la preservación de la calidad de los productos en su flujo desde el campo hasta el mercado, la planta procesadora, el consumidor.
- Fijación de normas para muestreo y análisis para asegurar que los patrones de calidad se satisfacen.
- Vigilancia del producto durante su transporte y almacenamiento, con inclusión de empaques, vehículos, unidades de transporte, bodegas de almacenamiento y maduración.

-Control de la capacidad de conservación de cada producto, en las diversas condiciones y etapas en que va a ocurrir su período de postcosecha.

-Establecimiento de sistemas de retroalimentación de información para asegurar que el control e inspección en realidad controlan y orientan la producción y el manejo de los productos hortifrutícolas respecto de su adecuación a las necesidades de la salud pública y del consumidor, a la integridad del producto y a las exigencias sea del consumo directo y fresco, del tratamiento culinario o más aún de la transformación industrial (proceso de transformación y productos terminados).

-Implementación de sistemas basados en el concepto de seguridad de calidad (S.C.) ya que el control de calidad concentra su acción en la detección de fallas ocurridas en el proceso de producción y manejo de los productos, en tanto que el programa de seguridad de calidad estará diseñado para prever y prevenir tanto como sea posible que las fallas no ocurran, y si ellas ocurren, sean detectadas lo más tempranamente posible.

BIBLIOGRAFIA

1. ABBOT, J. C. 1958. Problemas de la comercialización y medidas para mejorarla. Guía de Mercado No. 1. Roma, FAO.
2. FAO/ERFCL. 1981. Manual de control de calidad. ERFCL-LA, Santiago de Chile.
3. IRVING, G. W. y HOOVER, S.R. 1965. Food quality: a discussion. Food quality: effects of production practices and processing G.W. Irving and S.R. Hoover (Editors). Publicación No. 77, AAAS. Washington, D.C.
4. VARGAS-OVIEDO, W. 1984. Fundamentos de ciencia alimentaria. Fundación FIID (Editor). Imprenta Italgraf, Bogotá.

EL FRIO EN LA CONSERVACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS

Wenceslao Vargas Oviedo*

Introducción

Sabemos que, por su composición química y su naturaleza intrínseca, los productos agropecuarios frescos tales como frutas, hortalizas, carnes, huevos y leche están expuestos a sensibles y a veces altas pérdidas en su calidad, mermas en su integridad y reducciones en los rendimientos logrados durante su producción primaria, de acuerdo con las diversas condiciones ambientales que rodea a cada producto en cada sitio determinado. Es una experiencia que diaria y continuamente observamos nosotros como individuos y que el hombre como especie ha tenido que afrontar siempre y por doquiera desde su aparición en el escenario del mundo.

Sabemos así mismo que las frutas, hortalizas y productos vegetales análogos ofrecen un comportamiento fisiológico muy complejo y delicado como consecuencia de su carácter especial de organismos o tejidos vivientes y de su gran susceptibilidad a cualesquiera variaciones en la temperatura, la humedad relativa y la composición química del aire que las circunde.

* Químico, U. Nacional, M.Sc., U. Carolina del Norte, Ing. Industrias Alimentarias, U. de París, profesor, Universidad Nacional de Colombia.

Sabemos en fin que el hombre ha encontrado diversos principios y desarrollado diferentes procedimientos físicos, químicos y biológicos para la conservación y el manejo de sus alimentos y materias primas alimentarias. Entre estos principios y procedimientos está prioritariamente el frío, vale decir las bajas temperaturas en sus principales formas de refrigeración, congelación, concentración y liofilización. Los romanos por ejemplo avanzaron mucho en la utilización del frío de las montañas alpinas y en los períodos invernales; los incas conservaron su papa bajo la forma de chuño aprovechando las bajas temperaturas y humedades relativas de las alturas andinas. Actualmente el frío dispone del carácter de su gran ubicuidad.

A. Acción del Frío en la Conservación de los Productos Perecederos

El frío actúa de modo directo sobre los dos tipos generales de causas de descomposición y deterioro:

1. Sobre los procesos fisiológicos del producto, esto es sobre las reacciones bioquímicas normales o anómalas que integran el proceso metabólico global y característico de cada tejido biológico o producto alimentario: más concretamente sobre la acción catalítica de las enzimas propias de dicho producto. La tasa o velocidad de estas reacciones biocatalizadas decrece a partir de los niveles óptimos de temperatura para la actividad específica de cada enzima. Por tanto el frío actúa sobre el ritmo y tasa de procesos generales como la respiración, la transpiración, maduración, germinación y la descomposición natural definitiva de cada fruta u hortaliza fresca.

2. Sobre los procesos fisiológicos de los parásitos, esto es sobre la acción deteriorante de los microorganismos presentes en la superficie o en el interior del producto y de cada unidad suya, parásitos y patógenos que para su normal subsistencia y multiplicación compiten con el hombre por los principios nutritivos que constituyen cada fruta u hortaliza.

B. Refrigeración y Producción de Frío

1. Conceptos básicos

La refrigeración es el proceso de retirar el calor de una sustancia o producto, a fin de reducir su temperatura

y mantenerla a un nivel deseado y adecuado al comportamiento de dicha sustancia o producto frente al frío.

El calor es una forma de la energía poseída por toda materia. El frío es apenas la expresión de un nivel relativamente bajo de calor. Así, en el almacenamiento refrigerado el producto es enfriado mediante la remoción de su calor, no por "bombeo" de frío dentro de él.

El calor fluye siempre y de modo natural de los objetos, materiales, productos o medios más calientes hacia los más fríos. Si una fruta u hortaliza recién cosechada o cualquier otro material se pone en contacto con una sustancia fría (hielo, agua, aire, pared del serpentín de un evaporador refrigerante), pasará calor del producto hacia dicho medio más frío o menos caliente. La cantidad Q de calor que fluye y la velocidad de su transmisión o transferencia están regidas por la ecuación básica de transmisión térmica para un producto dado, con coeficiente específico de transferencia h , con área de contacto A y temperaturas inicial y final T_1 y T_2 :

$$Q = h A (T_1 - T_2)$$

Recordemos que el calor se mide y expresa en calorías, kilocalorías o BTU_s . Y que la cantidad de calor requerida para aumentar o disminuir en un grado la temperatura de un peso unitario de producto -como fruta u hortaliza- se denomina calor específico de dicho producto. Numéricamente es igual a la relación entre la capacidad calórica del producto y la capacidad calórica del agua y puesto que es una relación, carece de dimensiones y unidades dimensionales. Por lo cual y ordinariamente cuando se habla de calor específico, en el fondo se está haciendo referencia a la capacidad térmica o calórica, aunque por su identidad numérica no suele distinguirse entre ambas características.

Se requiere por tanto conocer el calor específico o capacidad calórica de cualquier producto hortifrutícola para conocer su llamada carga de refrigeración.

Carga de refrigeración: Es la cantidad total de calor que debe retirarse de una determinada masa o peso de producto para reducir su temperatura y mantenerla a un nivel deseado, de acuerdo con las características y naturaleza de dicho producto, con las condiciones que lo rodean y las operaciones mínimas de enfriamiento. Dicha carga suele expresarse en toneladas de refrigeración, por alusión al modo de expresión

utilizado cuando prevalecía el uso del hielo. La tonelada estándar de refrigeración es la cantidad de calor necesaria para fundir una tonelada de hielo a 0°C y en 24 horas. De donde puede deducirse el calor absorbido por hora. En unidades inglesas esta tonelada estándar de refrigeración será desde luego la cantidad de calor absorbido por una tonelada de hielo que se funde a 32°F. La fusión de 1 libra de hielo a 32°F. requiere 144 BTU, es decir que 1 tonelada -que equivale a 2.000 libras de hielo- requerirá 288.000 BTU a 32°F. Puesto que 1 BTU equivale a 0,252 Kcal, la fusión de una tonelada de hielo a 10°C requerirá 72.600 kcal. En términos más concretos la fusión de una tonelada de hielo a 0°C le retira 72.600 kilocalorías al producto que esté en contacto con dicho hielo, o lo que es lo mismo le introduce 72.600 jilofrigorías en 24 horas.

La necesidad total de refrigeración de cualquier cámara o bodega de almacenamiento se basa en la carga tope o carga máxima de refrigeración, que corresponde al frío requerido cuando las temperaturas exteriores a la cámara o bodega son altas y el producto caliente es introducido a la planta para su prerrefrigeración y almacenamiento refrigerado.

La carga máxima de refrigeración está determinada por los siguientes factores fundamentales:

- Cantidad del producto recibida cada día;
- Temperatura del producto en el momento de someterlo a refrigeración;
- Calor específico del producto;
- Temperatura final deseada o alcanzada.

A medida que las frutas y hortalizas se enfrían, la velocidad a que liberan calor va decreciendo, toda vez que la diferencia de calor o temperatura entre ellas y el medio refrigerante va siendo cada vez menor. Por tanto para determinar las cantidades correspondientes a las diferentes temperaturas y definir el tiempo en que el producto permanece en cada nivel de temperatura.

2. Cálculo del calor o carga total de refrigeración

Si fuera posible enfriar instantáneamente el producto hasta la temperatura de almacenamiento, el calor por retirarle -denominado calor sensible o calor de campo- podría calcularse mediante esta única ecuación:

$$Q_s = S \times P (T_1 - T_2), \text{ donde}$$

Q_s = calor total por retirar del producto que se va a enfriar

S = calor específico del producto.

P = peso del producto por refrigerar.

T_1 = temperatura inicial o de campo del producto.

T_2 = temperatura final o de almacenamiento.

Es decir que este calor de campo es el calor inherente y presente en el producto en el momento de cosecharlo o llevarlo a refrigeración. No es el calor de respiración, sino el calor proveniente de los factores ambientales, en particular la temperatura del aire circundante.

3. Cálculo del calor específico

Depende en esencia de una variable que es el porcentaje de agua o humedad del producto hortifrutícola. Se calcula por la fórmula de Seibel:

$$S = 0,008a + 0,20, \text{ donde:}$$

S = calor específico del producto

a = porcentaje de agua en el producto, afectado por un valor constante 0,008

0,20 como calor constante referido al calor específico de los sólidos constitutivos del producto.

Calores específicos promedios de algunas frutas:

Manzanas	0,87
Aguacates	0,72
Bananos	0,80
Moras	0,88
Higos	0,82
Guayabas	0,86
Limonas	0,91
Mangos	0,85
Naranjas	0,90

Papayas	0,93
Duraznos	0,91
Peras	0,86
Piñas	0,88
Fresas	0,92

La ecuación para el calor sensible Q_s se transformará así:

$$Q_s = (0,008a + 0,20) \times P (T_1 - T_2)$$

El proceso de enfriamiento requiere de tiempo y durante este lapso el producto está respirando y por ende produciendo el llamado calor de respiración o calor vital Q_R .

Si el producto se enfría y mantiene frío ya empacado, será necesario tener en cuenta el calor que debe retirarse de los empaques. Este se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q_E = q \times e \times n (T_1 - T_2), \text{ donde:}$$

Q_E = calor total por retirar de los empaques

q = calor específico de los empaques

e = peso de cada empaque

n = número de empaques

T_1 = temperatura inicial

T_2 = temperatura final.

El calor total Q_T por retirar en el proceso de enfriamiento tendrá entonces la siguiente ecuación básica:

$$Q_T = Q_s + Q_R + Q_E$$

Este calor Q_T en la práctica está afectado por otros factores que pueden intervenir en el establecimiento de la carga total definitiva de refrigeración: infiltración o transmisión de calor a través de las paredes de la cámara o bodega; calor producido por los motores eléctricos, las lámparas de iluminación; el equipo de manejo del producto; calor del aire por apertura de las puertas; calor del personal operario.

Lutz y Haardenburg, de nuestra bibliografía básica, nos ofrecen un ejemplo muy completo, en unidades inglesas que pueden ser convertidas a unidades métricas:

Productos para almacenar: Peras.

Temperatura de almacenamiento: 30°F.

Tamaño del almacenaje: 50 x 50 x 15 piés.

Area superficial exterior, incluido el piso: 8.000 piés²

Dimensiones internas: 49 x 49 x 14 piés

Volumen o capacidad: 33.614 piés cúbicos

Aislamiento: 3 pulgadas de poliuretano, de transmisión calórica o conductividad térmica 0,0534 BTU/h/pié²°F

Condiciones ambientales en la recolección: 85°F y 50% HR

Temperatura de la fruta en la recolección: 70°F

Capacidad de almacenamiento: 13.200 cajas de 50 lb/caja, esto es 600.000 lb. de fruta.

Peso de cada caja: 6 lb., esto es 79.200 lb.

Ritmo de carga de la bodega: 600 cajas, i.e. 30.000 lb/día, 22 días para llenar la bodega.

Velocidad de enfriamiento: 70°F a 40°F el primer día; 40°F a 30°F el segundo día.

Cambios de aire por apertura de las puertas durante el enfriamiento: 6/día.

Cambios de aire por apertura de las puertas durante el almacenamiento: 1,8/día.

Calor específico de las peras: 0,86 BTU/lb.

Calor específico de las cajas de madera: 0,50 BTU/lb.

Carga térmica para reducir el aire de 85°F y 50% HR a 30°F: 2 BTU/pié³.

Condiciones ambientales exteriores promedias: 45°F y 70% HR.

Carga térmica para pesar el aire de 45°F y 70% HR a 30°F: 0,41 BTU/pié³.

Cargas adicionales:

- Bombillos o lámparas: 2400 W/h, a razón de 3,42 BTU/W.
- Ventiladores: 3 HP, a razón de 2.950 BTU/HP.

- Carros montacargas: 2 a razón de 35.000 BTU cada uno por 8 horas.

- Operarios: 2 a razón de 950 BTU/h cada uno por 8 horas.

Margen de seguridad: 10% de la carga total calculada tanto para enfriamiento como para almacenamiento.

Tiempo de operación del equipo refrigerante: 18 horas:día tanto para enfriamiento como para almacenamiento.

Absorción de calor por tonelada de refrigeración: 288.000 BTU/24h, esto es 12.000 BTU/h.

Se trata de calcular:

- a. Carga máxima en toneladas de refrigeración, i.e. de capacidad refrigerante, para las operaciones de pre refrigeración.
- b. Carga máxima en toneladas de refrigeración o capacidad refrigerada requerida para la operación normal del almacenamiento refrigerado.
- c. Carga tope o máxima de refrigeración para el proceso y operación globales propuestos.

4. Producción del frío

La producción de frío, esto es la generación de la capacidad de una cámara, bodega, contenedor o unidad frigorífica para reducir y mantener baja la temperatura de un sistema o producto, se logra mediante la volatilización de un refrigerante.

a. Refrigerantes y su papel en la refrigeración:

Refrigerante es cualquier sustancia que, al volatilizarse dentro de un sistema frigorífico, en condiciones de baja presión y temperatura, absorbe y retira el calor del medio, sustancia o producto que se desea enfriar y mantener frío.

En otras palabras los refrigerantes son sustancias empleadas para retirar y transmitir calor en un sistema de refrigeración. Recogen calor por evaporación a presión y temperaturas bajas y lo ceden luego a un vehículo que lo retira mientras ellos se condensan a presión y temperaturas más elevadas.

Por tanto un refrigerador o un congelador están constituidos básicamente por dos secciones: una sección en que a baja presión se producen el retiro y recolección del calor, y una sección en que a elevada presión se producen la entrega y eliminación del calor retirado del medio, sustancia o producto que se trata de enfriar y mantener frío. Desde luego que el agua bajo vacío puede también servir como refrigerante. Los diagramas de las Figuras 1 y 2 esquematizan el ciclo de producción de frío y detallan los elementos básicos de la refrigeración: El refrigerante líquido se almacena en el recipiente **Re**; de allí se expande a través de la válvula de expansión **Va** y se volatiliza a lo largo del serpentín **Ev**, por acción de la bomba de compresión y vacío **Cp**; para evaporarse absorbe calor del medio que rodea al serpentín y que por lo común es aire o agua, los cuales entrarán en contacto con el producto por refrigerar; la bomba **Cp** comprime el refrigerante volatilizado y lo condensa a lo largo del serpentín **Cd**, que entrega al aire o al agua fríos el calor que retiró en **Ev**; finalmente el refrigerante condensado regresa a su recipiente inicial para reanudar el ciclo. Si el vehículo para transportar el calor es el aire, éste es impulsado por medio de los ventiladores **Ve** (Figura 1). La Figura 2 integra y detalla más a fondo el sistema básico y componentes del ciclo de refrigeración.

b. Características y requisitos de los refrigerantes

Elonka y Minich las compendian así:

- Puesto que la refrigeración tiene lugar por la evaporación de un líquido, un refrigerante debe ser volátil o sea susceptible de ser evaporado con relativa facilidad;
- El calor latente de evaporación de dicho líquido debe ser lo suficientemente alto para que la circulación de un cantidad mínima del mismo logre el resultado deseado;
- La seguridad de su uso en determinadas condiciones de operación es importante: no debe arder ni apoyar la combustión ni ser explosivo;
- El refrigerante debe ser inocuo para la gente y debe tener olor u otra característica que delate fácil y rápidamente su presencia, en caso de escapes de su sistema de circulación,

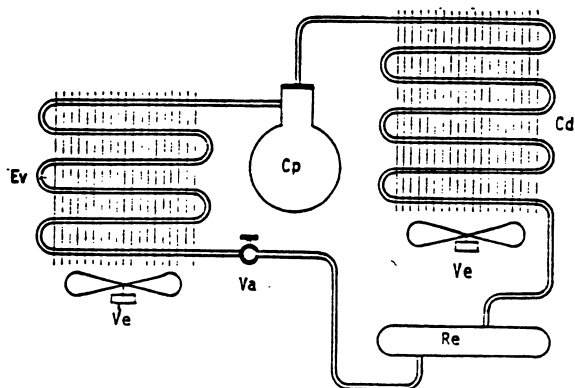


Figura 1. Elementos básicos del ciclo de refrigeración. Tomado de E.R. Hallowell.

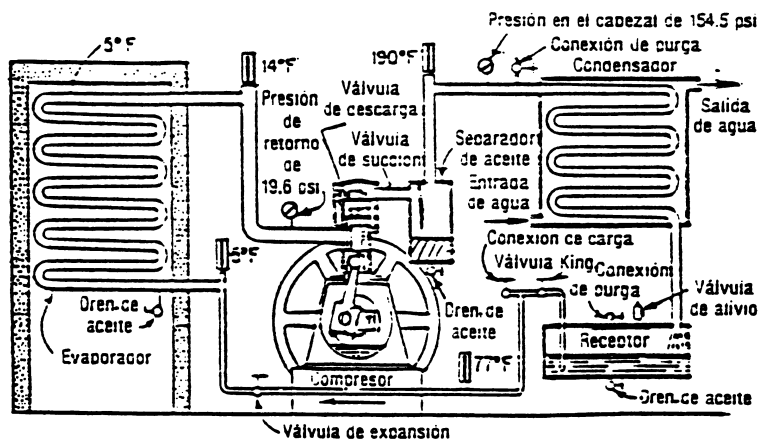


Figura 2. Sistema básico de refrigeración mediante bomba de compresión y vacío, con todos los componentes necesarios. Tomado de S. M. Elonka y Q.W. Minich.

es decir que dichas fugas deben ser detectables por medio de pruebas simples;

- El costo de refrigerante debe ser razonable y debe poder obtenerse en cantidades suficientes para su uso comercial e industrial;
- El refrigerante debe ser estable, sin tendencia a descomponerse en las condiciones de operación;
- El refrigerante no debe tener efectos perjudiciales en los metales o los lubricantes usados en los compresores y otros componentes del sistema de refrigeración;
- El refrigerante debe tener presiones de evaporación y condensación razonables;
- El refrigerante debe producir la máxima refrigeración posible para el volumen manejado por el compresor;
- El refrigerante debe permitir lograr la compresión con una mínima potencia, a la temperatura de condensación;
- La temperatura crítica del refrigerante debe estar muy por encima de la temperatura de condensación;
- Agreguemos que, en caso de fugas posibles e imprevisibles, el refrigerante debe causar el mínimo daño sobre los productos refrigerados.

Las Tablas 1, 2 y 3 nos compendian y cuantifican estas diversas características de los diversos refrigerantes más corrientes.

C. Prerrefrigeración o Preenfriamiento

Es la operación mediante la cual se retira de las frutas y hortalizas el calor de campo, en la forma más rápida posible e inmediatamente después de la recolección, hasta una temperatura que depende de la naturaleza del producto, de la duración del almacenamiento y transporte que sigan a dicha operación,

Tabla 1. Refrigerantes empleados comúnmente en las unidades de refrigeración y acondicionamiento de aire, según Eltonka/Minich

Tipo de compresor	ASHRA No.*	Refrigerante	Fórmula química	Punto de ebullición atmosférico, °F	Compartimiento en contacto con aceite lubricante mineral	Usos primarios	Viscosidad, SSU a 100°F†
Reciprocante	717	Amoniaco	NH ₃	-28	Solubilidad bastante baja. Si es impuro, puede formar lodo	Fabricación de hielo	300-320
Reciprocante	744	Bióxido de carbono	CO ₂	-109.3	Solubilidad muy baja no es reactivo	Almacenamiento en frío, fabricación de hielo seco	300-320
Reciprocante	764	Bióxido de azufre	SO ₂	14.0	Solubilidad baja si el aceite está altamente refinado. Formado y goma si el aceite no está altamente refinado.	Refrigeración eléctrica	150-160
Reciprocante	40	Cloruro de metilo	CH ₃ Cl	-10.8	Soluble. Se mezcla a baja viscosidad y punto de fluencia.	Refrigeración eléctrica	300-320
Centrífugo	30	Cloruro de metileno. Carrene No. 1	CH ₂ Cl ₂	103.6	Soluble. Se mezcla a baja viscosidad y punto de fluencia	Acondicionamiento de aire	300-320
Centrífugo	11	Triclorofluorometano (Carrene No. 2, Freón-11, Genetrón-11, Isotrón-11)	CCl ₃ F	74.8	Soluble. Se mezcla a baja viscosidad y punto de fluencia	Acondicionamiento de aire, refrigeración industrial	300-320
Reciprocante, rotatorio, centrífugo	12	Diclorodifluorometano (Freón-12, Genetrón-12, Isotrón-12)	CCl ₂ F ₂	-21.6	Soluble. Se mezcla a baja viscosidad y punto de fluencia	Acondicionamiento de aire, refrigeración eléctrica, almacenamiento en frío, fabricación de hielo	150-160 300-320 300-320
Reciprocante, rotatorio	13	Clorotrifluorometano (Freón-13)	CClF ₃	-114.6	Baja solubilidad. Forma sistema de dos capas	Refrigeración a baja temperatura	150-160
Reciprocante, centrífugo	22	Cloroisofluorometano (Freón-22, Genetrón-22, Isotrón-22)	CHClF ₂	-41.4	Soluble a las temperaturas del lado de alto. Dependiendo de la temperatura, tipo de aceite y porcentaje de aceite en la mezcla, forma sistema de dos capas en el lado de baja.	Acondicionamiento de aire, refrigeración a baja temperatura	150-160 300-320
Centrífugo	113	Triclorotrifluoroetano (Freón-113, Genetrón-113, Isotrón-113)	C ₂ Cl ₃ F ₃	117.6	Soluble. Se mezcla a baja viscosidad y punto de fluencia	Acondicionamiento de aire, refrigeración comercial e industrial	300-320
Reciprocante, rotatorio, centrífugo	114	Diclorotetrafluoroetano (Freón-114, Genetrón-114a, Isotrón-114)	C ₂ Cl ₂ F ₄	38.4	Soluble a las temperaturas del lado de alto. Dependiendo de la temperatura, tipo de aceite y porcentaje de aceite en la mezcla, forma sistema de dos capas en el lado de baja	Acondicionamiento de aire, refrigeración eléctrica, refrigeración industrial	300-320

* American Society of Refrigeration and Air Conditioning Engineers' Standard Designation Number.

† Estas viscosidades nominales de aceite están generalmente de acuerdo con las recomendaciones normales de los fabricantes y para ciertas unidades, se puede especificar una viscosidad mas alta o mas baja, de manera que las recomendaciones de los fabricantes se deben consultar siempre.

Tabla 2. Sistema de numeración de refrigerantes, según Elonka/Minich

Nombre nuevo	Nombre antiguo	Fórmula	Nombre químico	Temp. de ebullición, °F	Presión, psig a		Punto de congelación, °F	Temp. crítica, °F
					5°F	88°F		
Refrigerante 11	CClF	Tricloromonofluorometano	74.8	24"	3.6	-168	338
Carrone 11							
Freón 11							
Generón 11							
Isofrón 11							
Arcton 9							
Frigón 11							
Algeón 11							
Refrigerante 12	CClF ₂	Diclorodifluorometano	-21.6	12	93	-252	233
Freón 12							
Generón 12							
Isofrón 12							
Frigón 12							
Algeón 12							
Refrigerante 13	CCF ₂	Monoclorotrifluorometano	-114.6	177	†	-296	84
Freón 13							
Arcton 3							
Refrigerante 13B1	CBF ₂	Monobromotrifluorometano	-73.6	63	247	-226	153
Freón 13B1							
Kulene 131							
Refrigerante 14	CF ₄	Tetrafluoro de carbono	-198.4	†	†	-312	-50
Freón 14							
Refrigerante 21	CHClF	Dicloromonofluorometano	48.1	19.2"	16	-211	333
Freón 21							
Arcton 7							
Refrigerante 22	CHClF ₂	Monoclorodifluorometano	-41.4	28	160	-256	205
Freón 22							
Generón 22							
Isofrón 22							
Frigón 22							
Refrigerante 23	CHF ₃	Trifluorometano	-119.9				
Freón 23							
Refrigerante 30	CH ₂ Cl ₂	Cloruro de metileno o diclorometano	105.2	27.6"	9.5"	-142	480
Carrone 30							
Refrigerante 40	CH ₂ Cl	Cloruro de metilo	-10.8	4.5	60.0	-144	290
Refrigerante 50	CH ₃	Metano	-259	†	†	-297	-116
Refrigerante 113	C ₂ Cl ₂ F ₆	Triclorodifluorometano	117.6	27.9"	13.9"	-31.0	-417
Carrone 113							
Freón 113							
Generón 113							
Freón 226							
Arcton 63							

Tabla 2. (Continuación)

Refrigerante 114	.....	C ₂ ClF ₄	Diclorotetrafluoroetano	38.4	16.1"	22	-137	294
Refrigerante 114a	.....	C ₂ ClF ₄	Diclorotetrafluoroetano	38.5				
Generón 320	.....	C ₂ ClF ₄	Diclorotetrafluoroetano					
Refrigerante 114b2	.....	C ₂ H ₂ F ₄	Dibromotetrafluoroetano	117.5	27.8"	13.5	-167	418
Refrigerante 115	.....	C ₂ ClF ₃	Monocloropentafluoroetano	-37.7	23.	1.50	-159	176
Refrigerante 124a	.....	C ₂ HClF ₃	Monoclorotetrafluoroetano	1.4				
Refrigerante 133a	.....	C ₂ H ₂ ClF ₃	Monoclorotetrafluoroetano	43.0				
Refrigerante 142b	.....	C ₂ H ₂ ClF ₃	Monoclorodifluoroetano	12.2				
Refrigerante 152a	.....	C ₂ H ₂ F ₄	Difluoroetano	-12.4				
Generón 100	.....						
Refrigerante 160	Cloruro de etilo	C ₂ H ₅ Cl	Cloruro de etilo	54.0	20.5"	12.4	-218	369
Refrigerante 170	Etano	C ₂ H ₆	Etano	-127.5	231.2	661.1	-278	90.1
Refrigerante 290	Propano	C ₃ H ₈	Propano	-44.2	27.2	140.5	-310	202
Refrigerante C318	.....	C ₃ H ₈	Octafluorociclobutano	21.1	9.6"	38		
Refrigerante 500	.....	.....	.....	-28	16.4	113.4	-254	221
Carrene 7	.....	C ₄ H ₁₀	Butano	31.3	13.2"	26.9	-211	306
Refrigerante 600	.....	C ₄ H ₁₀	Isobutano	10.3	3.3"	44.8	-229	273
Refrigerante 601	.....	C ₄ H ₁₀	.....				
Refrigerante 717	Amoníaco	NH ₃	Amoníaco	-28.0	19.6	134.5	-107.9	271
Refrigerante 718	Agua	H ₂ O	Agua	312	.....	28.6"	32	706
Refrigerante 729	Aire	.....	Aire	-118	.....	.....	.....	-221
Refrigerante 744	Dióxido de carbono	CO ₂	Dióxido de carbono	-109	31.7	1031	.....	87.8
Refrigerante 764	Dióxido de azufre	SO ₂	Dióxido de azufre	4.0	3.9"	51.8	-104	315
Refrigerante 115C	Etileno	C ₂ H ₄	Etileno	-155	400	.....	-272	48.8
Refrigerante 127C	Propileno	C ₃ H ₆	Propileno	-33.7	37	167	-301	195

*Excepto cuando se de en pulgadas de mercurio de vacío.

†Arriba de la temperatura crítica.

‡Mezcla azeotrópica de Refrigerante 12 y Refrigerante 152a.

de las características y condiciones del transporte y del destino final del producto.

El preenfriamiento es operación esencial para la mayoría de los productos perecederos. Cuando más rápido se elimina el calor de campo después de la cosecha, tanto más tiempo puede conservarse el producto en buenas condiciones de mercadeo, durante el almacenamiento.

1. Ventajas de la prerrefrigeración

- Reduce con prontitud la actividad fisiológica del producto, con lo cual retarda la maduración y permite las manipulaciones con menos peligro de deterioro;
- disminuye rápidamente el ataque microbiano;
- reduce el alto grado el marchitamiento, lo cual permite conservar más peso y calidad;
- permite realizar buenos o mejores transportes a medianas y largas distancias, especialmente de frutas y hortalizas muy perecederas;
- al efectuarse en cámaras pequeñas o antecámaras, se obtiene un enfriamiento más económico, fácil y rápido, ya que las grandes cámaras no están adaptadas para un enfriamiento rápido;
- evita las oscilaciones de temperatura en las bodegas ya parcialmente cargadas, por ingreso de productos mayor temperatura, y con ello se ahorra el esfuerzo suplementario del equipo generador de frío;
- permite recolectar más tarde, cuando se ha alcanzado la mejor madurez de almacenamiento y consumo, lo cual incide en la mejor calidad.

2. Criterios generales de prerrefrigeración

- Frutas y hortalizas muy perecederas: se recomienda reducir la temperatura hasta 3 a 4°C, según cada producto;
- frutas y hortalizas no tan perecederas: se recomienda preenfriar hasta 5 a 8°C;

- frutas y hortalizas menos perecederas: se recomienda preenfriar hasta 8 a 10°C;
- la prerrefrigeración debe ser rápida, de modo que el frío alcance lo antes posible el centro o corazón del producto. Es decir que el paso del calor del producto al medio refrigerante (aire, agua, hielo) debe ser muy rápido; entre 30 minutos o menos y máximo 24 horas, según cada producto;
- la velocidad de enfriamiento depende básicamente de cuatro factores: (a) accesibilidad o facilidad de rápido contacto entre el producto y el medio refrigerante; (b) diferencia entre las temperaturas del producto y el medio refrigerante; (c) velocidad del medio refrigerante; (d) clase del medio refrigerante y naturaleza misma del producto;
- la velocidad de eliminación del calor y el ritmo de enfriamiento tienen desde luego como expresión la misma ecuación básica de transmisión del calor:

$$Q = hA (T_1 - T_2)$$

- naturalmente, la velocidad de enfriamiento interno del producto depende de : (a) su forma y tamaño, i.e. relación entre su volumen y área superficial; (b) propiedades térmicas intrínsecas del producto.

3. Métodos de prerrefrigeración

a. Prerrefrigeración con corriente de aire frío

Este tratamiento se realiza en túneles o en cámaras de prerrefrigeración:

- Túnel: El aire, enfriado con hielo a temperatura no inferior a 0°C, circula de arriba a abajo o de delante hacia atrás, a gran velocidad, por lo común 2 a 4 m/seg, con coeficiente de recirculación entre 80 y 100.
- Cámara: El aire circula dentro de cámaras idénticas a las frigoríficas, que pueden ser las mismas cámaras de almacenamiento. El

equipo productor de frío, en especial los ventiladores, deben ser potentes para que puedan obtenerse coeficientes de recirculación entre 45 y 80.

- Requerimiento especial en este método de preenfriamiento: Adecuada densidad de carga del producto, esto es espacio libre mínimo del 25% del total, repartido transversal y longitudinalmente, de modo muy uniforme, para facilitar la circulación y paso del aire frío.
- Ventajas del método:
 - . Facilidad de manejo
 - . Sanidad e higiene
 - . Menor deterioro del equipo por corrosión
 - . Limpieza
 - . Adaptabilidad a bodegas, vagones, camiones
- Desventajas:
 - . Posibles pérdidas de agua en los productos, con marchitamiento, especialmente en hortalizas foliares;
 - . Posible daño por congelación superficial del producto con aire por debajo de 0°C;
 - . Enfriamiento más lento que con agua, lo cual exige mayor velocidad y ello demanda mayor potencia en los ventiladores y por tanto recarga los costos;
 - . Costos adicionales de estibado de los embalajes en el caso de las cámaras;
 - . Aplicable con éxito solo en temporadas lluviosas.

b. Prerrefrigeración con agua fría

- El producto es sometido a aspersión o a inmersión o ambas en agua a temperatura próxima a 0°C. El desplazamiento del producto en el túnel de aspersión o inmersión se efectúa por medio de una banda transportadora, rodillos o cualquier otro sistema, a una velocidad que permita el adecuado enfriamiento del producto,

lo cual toma entre 12 y 15 minutos. El agua que ha pasado a través del producto en la aspersión es recogida en un depósito inferior provisto de hielo a 0°C, para ser recirculada de nuevo mediante bomba centrífuga.

- **Requerimiento especial:** Determinar muy bien y con precisión la temperatura adecuada del agua fría, la necesaria velocidad de flujo del agua a través del producto y el tiempo requerido de permanencia del producto en contacto con el agua fría.

- **Ventajas:**

- . Gran rapidez de preenfriamiento por la capacidad del agua para retirar el calor del producto;
- . Aplicabilidad a muchos productos muy perecederos, en particular las hortalizas foliares, pues con este sistema permanecen más túrgidas y presentables.

- **Desventajas:**

- . Peligro de acumulación de microorganismos deteriorantes, como consecuencia de la recirculación del agua sobre el producto. Suelen agregarse antisépticos al agua, por ejemplo hipoclorito sódico al 0.2 por mil;
- . Posibilidad de daños en los equipos por corrosión.

c. Prerrefrigeración con hielo

Hielo triturado o troceado, colocado bien sea dentro de los contenedores en contacto directo con el producto, bien sea sobre el producto en los contenedores o unidades de preenfriamiento o de transporte ya empacados.

- **Ventaja:** Aplicabilidad a productos muy perecederos, especialmente hortalizas foliares que van a ser embarcadas y transportadas, pues se conservan muy túrgidas.

- Desventajas:

- . Sistema costoso;
- . cuando el hielo se funde, el producto dentro del empaque se afloja;
- . excesiva humedad sobre el producto y sobre el piso del local o del transporte;
- . el hielo es duro y cortante, lo que puede dañar el producto y hacer difícil el pleno contacto con él;
- . el hielo suele almacenarse a temperaturas bajo 0°C, por lo cual se requiere calentarlo un poco para evitar daños al producto.

d. Prerrefrigeración por vacío

Principio: Al reducir la presión, el punto de ebullición del agua desciende. En llegando a la presión residual de 4,5 mm Hg, el agua hierve a 0°C y al evaporarse del producto la temperatura del mismo decrece.

Procedimiento: Se coloca el producto en cámaras o túneles de cierre hermético, en los cuales se produce la depresión hasta 4, 5 m m Hg. La operación de depresión se repite, con la correspondiente eliminación del agua evaporada al exterior, hasta alcanzar la temperatura deseada.

Pérdida de humedad: Durante el enfriamiento de hortalizas foliares dicha pérdida puede alcanzar entre 1,5 y 4,7 por ciento en peso, con promedio entre 2,5 y 3,0. Como la pérdida se produce casi por igual en todas las partes del producto, el marchitamiento no aparece por lo general. Comúnmente se pierde cerca del 1 por ciento en peso de agua por cada 10° de reducción en la temperatura. Un prehumedecimiento o impregnación del producto con agua puede proveer parte del agua requerida en el enfriamiento por vacío y así reducir la pérdida de humedad de los tejidos del producto.

La velocidad de enfriamiento y la temperatura final lograda están muy influidas por la relación entre el área superficial total y la masa o volumen del producto. Es decir que el tiempo o rapidez de enfriamiento varía con cada producto. Así las verduras se preenfrian con mayor rapidez. Igualmente influye la facilidad con que el producto libera agua de

sus tejidos. Por ello el sistema no es útil ni efectivo en productos como papas, manzanas, tomates, cocombros.

- Ventajas:

- . Altos rendimientos y rapidez de enfriamiento. Rendimiento: 1.060 BTU/lb de agua evaporada frente a solo 36 kcal/lb de hiel fundido;
- . Aplicabilidad a productos muy perecederos;
- . Menor costo.

Norma General para la Prerrefrigeración

Concluida la operación de preenfriamiento, debe procederse de inmediato a colocar el producto enfriado en la cámara, unidad, contenedor o bodega frigorífica de almacenaje y conservación definitiva, pues de lo contrario mucho del beneficio y objetivo de la prerrefrigeración se echaría a perder.

D. Almacenamiento y Transporte Refrigerados

1. Criterios y requerimientos fundamentales

a. Calidad del producto

- Solo productos de máxima o buena calidad ofrecen una vida máxima y buena conservación en su postproducción, su almacenamiento, transporte y mercadeo.
- Se requiere de máxima prevención posible de daños físicos, desórdenes fisiológicos, contaminación por patógenos, que afectan la calidad del producto y su calidad de conservación o conservabilidad.
- El acondicionamiento para el almacenaje y el almacenamiento deben efectuarse lo más rápidamente posible después de la producción y la recolección.
- Los productos frescos recolectados para el almacenamiento no deben estar ni muy inmaduros

ni sobremaduros. El grado de madurez y de desarrollo debe consultarse en tablas o determinarse y programarse experimentalmente.

- Las propiedades y potencialidad de almacenamiento en los alimentos perecederos están influidas por los diversos factores intrínsecos y extrínsecos de cada producto hortifrutícola: variedad, clima, suelo, condiciones culturales, madurez y prácticas de manejo.
- Cualquier lote con daño o deterioro incipiente debe retirarse. Solo permanecen los lotes con buen potencial de almacenamiento.
- Los productos cultivados bajo condiciones desfavorables, transportados a distancia o que estén ya deteriorados deben ser colocados bajo especiales condiciones de almacenamiento separado.

b. Temperatura y su control

Es muy importante que la temperatura en las bodegas permanezca lo más constante posible. Muy pequeñas variaciones pueden ser nocivas. Por tanto deben tenerse en cuenta estos requisitos:

- Mantener temperaturas uniformes en todos los sitios y la bodega, proveer una adecuada refrigeración y conservar muy pequeña la diferencia entre la temperatura refrigerante de la bodega. Así mismo asegurar un adecuado apilamiento de las cajas y buena circulación del aire.
- Las bodegas deben estar dotadas con precisos y seguros termostatos al menos controles manuales que deben disponer de la frecuente atención de alguien encargado de tal misión. Aún en el caso de controles automáticos confiables, deben chequearse periódicamente.
- Bodegas comerciales: Los termómetros deben estar colocados alrededor de 1,50 metros de altura para facilitar la lectura. Pero deben chequearse las temperaturas con frecuencia en el piso y el techo y en cualquier sitio donde

puedan presentarse temperaturas altas o bajas. No atenerse ni confiar en apenas una o dos temperaturas de los pasillos.

- Las temperaturas de los productos deben medirse dentro de las unidades de empaques o de los contenedores y en diferentes sitios. Son esenciales los termómetros de buena calidad, tales como termómetros de vidrio o mejor de cuadrante metálico para los productos frescos. Dichos termómetros deben chequearse con frecuencia para asegurar su precisión. Prueba Prueba sencilla de chequeo: sumergir el termómetro en un baño agua-hielo; llenar un recipiente de 1 litro con hielo en trozos y luego agregarle agua; agitar por 2 minutos, introducir enseguida el termómetro durante 2 minutos en el centro de la mezcla, sin que el bulbo toque el fondo o las paredes del recipiente: el termómetro debe indicar máximo 1°C por debajo o por encima de 0°C.
- Las temperaturas en sitios poco accesibles, como en el centro de las cajas, pueden medirse con instrumentos de lectura a distancia, tales como termopares o termómetros de resistencia eléctrica.

c. Humedad relativa y su control

Recordemos que la humedad relativa es la relación entre la cantidad de humedad que el aire contiene y la que contendría si estuviese saturado, a una temperatura determinada.

En relación con la humedad relativa en el almacenamiento y transporte refrigerados es necesario:

- Mantener estrictos niveles o márgenes de humedad relativa en las bodegas de almacenamiento. Si ella es demasiado baja, se producen marchitamiento y encogimiento de los productos; si es demasiado alta, puede favorecerse el desarrollo del deterioro, especialmente en bodegas donde hay mucha variación en la temperatura. Si su nivel se acerca mucho al 100%, se produce condensación de la humedad y ello hace muy difícil el control de los hongos, que pueden

crecer en las paredes, los techos, las cajas y en los productos.

- Se recomiendan humedades relativas entre 85 y 95 para la mayoría de las cosechas percederas. Para la mayoría de las hortalizas ella debe estar entre 90 y 95.
- Las bodegas deben ser construidas con buen aislamiento, sin escapes, y con suficiente superficie de enfriamiento a fin de que la diferencia entre la temperatura de la superficie refrigerante, tal como un serpentín, y la temperatura deseada para el producto sea lo más pequeña posible.
- Existen varios dispositivos para medir la humedad relativa: psicrómetro de dos termómetros; higrométros o termohigrómetros; higrómetro eléctrico. Los higrómetros y termohigrómetros corrientes deben chequearse con periodicidad mediante un psicrómetro. Los electrohigrómetros miden la humedad y permiten controlar el equipo humidificante. Su operación se basa en la capacidad de una película higroscópica para cambiar su resistencia eléctrica instantáneamente con pequeños cambios en la humedad relativa. Estos instrumentos deben también chequearse en forma periódica.

d. Regulación de la humedad relativa

- Humedad relativa alta: Hay varias formas de cumplir este requisito: Introducción de agua atomizada a presión o de agua termoevaporada; sistema de arrastre o aspersion de Brien; aspersion de agua o rociado de pisos y paredes, de modo ocasional y conforme a necesidad; reducción de los espacios de aire, sin que se vaya a afectar la circulación de dicho aire y así crear problemas de temperatura; prevención de posible paso de humedad del aire de la bodega y de los productos hacia los empaques de madera, cartón, corrugados.
- Humedad relativa baja: Prevención cuidadosa de entrada de aire caliente y húmedo; utilización de agentes deshidratantes, de acuerdo con necesidades.

e. Saneamiento y purificación del aire

El buen almacenamiento y transporte refrigerados exigen óptimas condiciones sanitarias dentro de las bodegas y los vehículos. Son pues requisitos esenciales para un buen manejo y conservación de los productos. Durante los meses que tal vez dura el almacenamiento pueden crecer hongos sobre los empaques, las paredes y techos de las bodegas, a las condiciones de alta humedad relativa. Estos hongos superficiales por lo general no pudren las frutas y hortalizas. En cambio el daño es muy posible con empaques viejos y contaminados. Sin embargo aun los hongos superficiales e inocuos son desagradables e indeseables. Por lo cual la completa limpieza e higienización de los depósitos y bodegas de almacenamiento deben realizarse por lo menos una vez al año. Una buena circulación de aire purificado por sí sola ayuda en alto grado a minimizar el crecimiento de tales hongos.

El riesgo de infectar los productos hortifrutícolas suele ocurrir durante la clasificación y empaque, antes o después del almacenamiento. Esto es altamente significativo si ya hay deterioro en el producto y si se condensa humedad sobre el producto.

Por ello es necesario tomar especiales precauciones en el manejo de productos con deterioro. Las frutas y hortalizas con daño y pudrición deben manejarse con cuidado para evitar la difusión de las esporas y una vez retiradas de los recipientes, deben ser descartadas con prontitud.

f. Circulación del aire y espaciamiento de los empaques

Debe asegurarse siempre la mejor circulación del aire a través de toda la bodega, a la temperatura requerida de almacenamiento. La temperatura del producto puede variar debido a que la temperatura del aire aumenta a medida que el aire avanza a través de la bodega y absorbe calor del producto. Es decir que el aire suele estar más caliente en los ductos de retorno que en los de entrada. En muchas bodegas de hoy el aire circula desde el centro, porque las unidades refrigerantes pueden estar instaladas sobre el pasillo central: El aire frío se mueve hacia las paredes de la bodega, descien- de y retorna a través y desde el centro.

Los máximos requerimientos de espaciamiento para la adecuada circulación del aire refrigerante provienen de la

eliminación del calor de campo o calor sensible del producto. Lo mejor es aplicar el preenfriamiento o prerrefrigeración.

E. Riesgos de Daño por Aplicación del Frío

El frío constituye el medio tal vez más expedito, corriente y eficaz para preservar la calidad de los productos agropecuarios perecederos, para proteger su integridad y al mismo tiempo conservarlos en su forma fresca natural. Sin embargo su utilización para tales fines exige conocimientos suficientes, técnicas adecuadas y cuidados rigurosos, ya que una aplicación incontrolada e inconsulta puede resultar no solo ineficaz sino también y más que todo contraproducente y en alto grado antieconómico debido a los daños que pueden sufrir los productos que precisamente se trata de conservar y proteger.

Estos efectos fallidos y negativos presentan especiales incidentes en el caso de las frutas, hortalizas y demás productos análogos. Sería verdaderamente paradójico y contradictorio efectuar significativas y aun elevadas inversiones para lograr una costosa refrigeración que, lejos de garantizar una buena conservación de las frutas y hortalizas, terminará por el contrario produciendo pérdidas de variada intensidad y magnitud como consecuencia de la posible acción nociva del frío sobre la integridad y calidad de tales productos durante su almacenamiento, transporte y mercadeo, especialmente cuando estas operaciones se extienden por períodos más o menos prolongados.

Es necesario tener siempre en mente que las frutas y hortalizas cosechadas continúan siendo organismos vivientes, tanto más sensibles y delicados en cuanto han sido retirados de su fuente y hábitat naturales, lo cual acentúa su susceptibilidad a cualesquiera variaciones en las condiciones que normalmente deben rodearlas, particularmente por lo que atañe a la temperatura. El metabolismo está regulado en cada una de ellas por múltiples y complejos sistemas enzimáticos, cada uno de éstos con sus márgenes específicos de temperatura por debajo de los cuales su actividad catalítica se retarda, decrece o se inhibe, lo que obviamente afecta el proceso fisiológico total. En otros términos cada fruta u hortaliza, bajo un conjunto determinado de condiciones intrínsecas y extrínsecas, ofrece niveles característicos de temperatura por debajo de los cuales comienza a sufrir daño por frío y a mostrar diversos síntomas indicativos de diversas formas de deterioro.

La intensidad y extensión del daño por frío están fundamentalmente determinadas por los caracteres intrínsecos y estado de cada producto, por las condiciones mismas de su pre-cosecha, por las condiciones de manejo previo a la aplicación, por las formas de aplicación para enfriar el producto y mantenerlo a un nivel dado de temperatura, por la intensidad del frío expresada en términos de temperatura, por la maduración de la exposición al frío expresada en términos de tiempo, por la interacción de la temperatura respecto de otros factores determinantes del comportamiento fisiológico de la fruta u hortaliza fresca.

Los daños causados por el frío se deben a la acción misma del frío y de acuerdo con su intensidad, pero también pueden provenir de fallas en el manejo del refrigerante.

1. Daño por refrigeración

Es el daño sufrido por diversas frutas y hortalizas almacenadas o transportadas a temperaturas bajas pero no congeladas. Son temperaturas reducidas, variables para los distintos productos pero siempre superiores al punto de congelación del agua dentro del respectivo tejido. Por lo general y en especial para los productos tropicales y subtropicales, la susceptibilidad comienza a manifestarse desde alrededor de 12°C, aunque las temperaturas críticas varían mucho de acuerdo con las diferentes frutas y hortalizas. Wills y coautores, de nuestra bibliografía básica, nos ofrecen algunos ejemplos de frutas que sufren daño por enfriamiento, algunas con márgenes amplios de temperatura crítica debidos a las variedades de cada producto:

<u>Producto</u>	<u>Mínima temperatura aproximada a que se puede almacenar (°C)</u>
Aguacate	5 - 12
Banano	12
Cocombro	7
Berenjena	7
Limón	10
Lima	7
Mango	5 - 12
Melón	7 - 10
Papaya	7
Piña	6 - 10
Tomate	7 - 12

Las razones y explicaciones de este comportamiento no están aún plenamente dilucidadas para cada caso y producto específico, pero se sabe que en general las funciones bioquímicas normales se interrumpen, reducen o desvían de su ruta normal. Por tanto se trata de perturbaciones o anomalías en el metabolismo normal del producto, lo que evidentemente se traduce en desórdenes o trastornos fisiológicos del tejido comprometido en el daño, más sin que en ello influyan para nada los parásitos y patógenos microbiológicos.

Los síntomas del desorden o daño fisiológico son de muy variada índole y se manifiestan sobre la epidermis, la cáscara o el interior o pulpa del producto: picaduras y punteaduras superficiales, cavidades y ahuecamientos, pardeamiento de la pulpa y tejidos vasculares, veteado pardo, ahumado o mate de la cáscara así como otras manchas de variados tintes y colores, fallas en el desarrollo de la coloración, la textura y la consistencia normales, fallas en la maduración, embebimiento y ablandamiento acuoso localizado por áreas, escaladaduras superficiales, malos sabores, alta susceptibilidad a ciertas enfermedades, especialmente fungosas, tales como pudrición por Alternaria una vez que el producto es retirado del frío y pasado a mayores temperaturas.

El daño por enfriamiento o refrigeración está influido por diversos factores, entre los que sobresalen la variedad del producto, el grado de madurez y la clase y duración del almacenamiento o transporte refrigerado.

Naturalmente el criterio básico y punto de partida para controlar el daño por frío están en la determinación de la temperatura crítica para el desarrollo de dicho efecto nocivo, a fin de no exponer el producto a temperaturas por debajo de ese nivel crítico. En otras palabras el método esencial para reducir al máximo el daño por frío se basa en el control de la temperatura crítica del almacenamiento, transporte y distribución refrigerados. Mediante este control de las temperaturas bajas es posible de un lado manejar productos, especialmente frutas, sencibles al frío en las mismas instalaciones junto con otras menos sensibles, con las cuales obviamente no presentan daños mutuos, y de otro lado lograr que la tolerancia a temperaturas bajas de almacenamiento permita prolongar la vida útil de postcosecha.

Los investigadores han encontrado que ciertos productos, en particular las frutas climatéricas como los aguacates y bananos, responden a la llamada temperatura de preacondicionamiento, en que se expone el producto a una temperatura baja de nivel crítico, durante un período relativamente corto y

luego se prosigue con el almacenamiento o transporte a temperatura más elevada, procedimiento que previene el daño por refrigeración. Así mismo parece ser evidente que la disminución gradual de la temperatura, a intervalos sucesivos de 2 a 3°C, igualmente en las frutas climatéricas, puede reducir en forma significativa algunos efectos nocivos del frío.

Hay así mismo quienes sostienen que el almacenamiento en atmósfera modificada y que el mantenimiento de humedades relativas cercanas al 100 por ciento alrededor de cada unidad del producto permiten reducir los daños por frío. Sin embargo se cree necesario realizar todavía más investigaciones en este campo, a fin de disponer de resultados y conclusiones más exactos y confiables.

Finalmente han aumentado los estudios tendientes a desarrollar variedades de diversas frutas y hortalizas que se seleccionan por sus mayores resistencias a los daños por aplicación de frío.

2. Daño por congelación

Este tipo de daño está primordialmente restringido a los productos hortifrutícolas menos sensibles al daño por refrigeración. Por lo general las temperaturas críticas recomendadas para el transporte y almacenamiento refrigerados de estos productos menos susceptibles al daño por enfriamiento están ligeramente por encima del punto de congelación del agua en el interior de cada producto, punto que desde luego está ligeramente por debajo del punto de congelación del agua pura, esto es de 0°C. De allí que por lo común se considere el punto máximo de congelación de cada producto como la mejor pauta y criterio para controlar las bajas temperaturas en frutas y hortalizas que pueden sufrir este daño por congelación.

Este tipo de deterioro es un daño físico: el lento enfriamiento genera en el interior del producto o tejido grandes cristales de hielo que cortan y destruyen las células, por lo cual éstas pierden su resistencia a la deshidratación, al flujo libre de su contenido celular y a las infecciones microbianas. Así mismo las células dañadas y el tejido todo pierden su normal rigidez y consistencia, por lo que se tornan blandos al descongelarse, con apariencia acuosa. Por otra parte el daño por congelación da origen a olores desagradables cuando el producto y particularmente la hortaliza han sido cocinados.

Los diversos productos hortifrutícolas presentan grandes variaciones en su susceptibilidad al daño por congelación. Por ejemplo entre las hortalizas foliares la lechuga es altamente sensible, lo que no ocurre en igual medida con el repollo; las batatas se arruinan por la congelación, en tanto que las chirivías inclusive mejoran con una leve congelación; los fríjoles verdes se dañan más que las alverjas verdes.

Esta variedad de susceptibilidades al daño por congelación ha llevado a investigadores y expertos a clasificar los productos hortifrutícolas en tres grupos:

- Grupo 1 -de los productos más susceptibles, que sufren daño grave inclusive por una sola congelación leve: espárrago, aguacate, banano, habichuela, cocombro, berenjena, limón, lechuga, lima, durazno, ciruela, papa, calabaza, batata, tomate, alcachofa, maíz dulce;
- Grupo 2 -de los productos medianamente susceptibles, pueden recuperarse de una o dos leves congelaciones: manzana, repollo tierno, zanahoria, coliflor, apio, tonja, uva, cebolla larga, naranja, pera, perejil, alverja, rábano, espinaca, calabaza;
- Grupo 3 -de los productos menos susceptibles, que pueden soportar varias congelaciones leves sin sufrir mayor daño: remolacha, col de bruselas, repollo maduro, chirivía, ajo, rábano, cebolla cabezona, dátil.

Ryall y Lipton, de nuestra bibliografía básica, nos exponen las medidas para rescatar productos congelados, esto es que accidentalmente han sido expuestos a temperaturas congelantes: El producto en trance de dañarse debe dejarse completamente quieto hasta cuando se haya calentado, ya que la ausencia total de movimiento evita que se produzca la cristalización, aun en el caso de que la temperatura haya descendido varios grados por debajo del punto de congelación, es decir, que se haya producido sobreenfriamiento. Cualquier vibración causa de inmediato la cristalización y con ella el daño. Por otra parte el calentamiento debe llegar alrededor de 5°C, ya que temperaturas inferiores prolongan la congelación, mientras que temperaturas superiores pueden producir una descongelación peligrosamente rápida. Finalmente el producto rescatado y recuperado de la congelación debe utilizarse inmediatamente para evitar el deterioro de los lotes en que no se detecte el daño.

Desde luego el sobreenfriamiento y recuperación solo son dables en almacenamiento estacionario. Los cargamentos que se

congelan durante su tránsito son casi invariablemente inservibles a su llegada. Aun los productos menos susceptibles resultan así afectados por el daño mecánico que en ellos producen los cristales de hielo.

Cuando se presentan disputas en torno a la responsabilidad por daños, por congelación en embarques, por vagón, contenedor, remolque o camión refrigerado, es posible dirimir la cuestión si se analiza la distribución de los lotes o unidades dañadas: Si éstos se encuentran más bien distribuidos de modo uniforme dentro del cargamento, la congelación se produjo verosímilmente antes de la recolección o por lo menos antes de cargar el vehículo. Si la congelación se ha concentrado ante todo en ciertos sitios, tales como las capas superiores de los vehículos refrigerados mecánicamente, o cerca a los arcones de hielo o las puertas o paredes de las unidades refrigeradas con hielo, el daño debió producirse muy probablemente durante el tránsito. Si la congelación se produjo durante el enfriamiento al vacío como puede suceder con la lechuga, los lotes dañados están posiblemente concentrados en una parte del cargamento. Mas a diferencia del daño en tránsito, los lotes afectados pueden tender a distribuirse uniformemente de arriba abajo y de lado a lado del vagón, contenedor, remolque o camión y el daño más severo se presenta en las unidades adyacentes a los orificios o respiraderos de los cartones o empaques.

3. Daño por refrigerante

En general este tipo de daño se debe a escapes de amoníaco en los sistemas de enfriamiento en que se utiliza dicho refrigerante.

Los daños pueden ser leves o severos de acuerdo con la intensidad del escape y por ende con la concentración de refrigerante en el aire que rodea al producto. Los daños leves se manifiestan por descoloración anormal, frecuentemente entre parda y negroverdosa de la cáscara, epidermis y tejidos más externos del producto afectado, en tanto que los daños severos se manifiestan no solo por descoloración y manchas más pronunciadas sino también por ablandamiento notorio de los tejidos profundos, lo que inhabilita a la fruta u hortaliza para su venta. Concentraciones de 0,8 por ciento de amoníaco en el aire pueden ya causar daño severo en productos diversos como peras, manzanas, bananos, duraznos y cebollas.

Naturalmente el método más obvio de control de este daño está en la buena instalación de los equipos y conductos del refrigerante, com empaques muy seguros y eficientes, a fin

de evitar los escapes del amoníaco. Así mismo es aconsejable disponer de sistemas indicadores del escape, los que pueden basarse en reactivos detectores. Igualmente deben efectuarse chequeos diarios por personal entrenado y habilitado para detectar la presencia del amoníaco por su olor característico.

Las emanaciones que se presenten deben eliminarse de inmediato por aireación o, si fuere posible, mediante lavado de la atmósfera con agua. Por otra parte el daño puede neutralizarse mediante la aplicación de dióxido de azufre en productos que toleren dicho reactivo, ya que otros como la cereza, el durazno, ciruela y pera pueden verse afectados.

Finalmente el daño por amoníaco puede prevenirse mediante la utilización de refrigerantes que, en caso de escapes, no causen daño a los productos. Parece que refrigerantes del tipo R-12 producen poco daño en las frutas y hortalizas, si bien su eficiencia está muy por debajo de la del amoníaco.

BIBLIOGRAFIA BASICA CONSULTADA

1. De BALOGH, P.G. 1969. Mercadeo de frutas y hortalizas: Aspectos generales, Parte I. ILMA, Bogotá.
2. ELONKA, S.M. y MINICH, Q.W. 1985. Refrigeración y acondicionamiento de aire: Preguntas y respuestas, 1a. edición española. Trad. H.F. Ling-Altamirano. McGraw-Hill, México, D.F.
3. HALLOWELL, E.R. 1980. Cold and freezer storage manual, 2nd. edition. AVI Publishing Co., Westport, Conn., USA.
4. LUTZ, J.M. and HARDENBURG, R.E. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. Agr. Handbook No. 66, USDA. Washington, D.C.
5. MOLINAS-FERRER, M. y DURAN-TORRALARDONA, S. 1970. Frigoconservación: Frutas, flores y hortalizas. Editorial Aedos, Barcelona, España.

6. PANTASTICO, E.B. y otros. 1979. Desórdenes y enfermedades fisiológicas: daño por frío. Cap. 17: Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. E.B. Pantastico (ed.). Trad. A.M. Ambrosio. CECSA, México, D.F.
7. PLANK, R. y otros. 1984. El empleo del frío en la industria de la alimentación. Trad. R. Usón. Editorial Reverté, Barcelona, España.
8. RYALL, A.L. and LIPTON, W.J. 1979. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables, Vol. 1. AVI, Westport, USA.
9. VOHELLE, J. 1969. Frío industrial y doméstico en la conservación de alimentos. Trad. M. Carbonell. Editorial Aedos, Barcelona, España.
10. WILLS, R.B.H. et al. 1981. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables. AVI, Westport, USA.

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

Isidro Planella Villagra*

Introducción

Este trabajo es una traducción resumida de "Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables" Sección IV, pág. 267-282 por Pantastico, Er. B., The Avi Publishing Co., Westport, Connecticut, USA, 1975. También se tomaron información de: Joslyn Heid, "Food Processing Operations", v. 1. The Avi Publishing Co., 1963. Westport, Connecticut, USA. Sección III.

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 por que 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.

* Ingeniero Agrónomo U. de Chile, M.Sc. Alimentos de la U. de California Davis, USA. Especialista en Agroindustria de la Oficina del IICA en Colombia

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 es el anhídrido carbónico (CO_2), agua y calor.

En el momento de la cosecha cesa la fotosíntesis pero la respiración continúa y en algunos casos a niveles más altos que en las plantas en crecimiento. Una elevación de temperatura de 8°C puede doblar la tasa de respiración.

El efecto de autocalentamiento de algunos vegetales luego de la cosecha tales como arvejas, maíz, espinacas es debido a la respiración. A temperaturas de 21°C a 25°C normales al momento de la cosecha, los mencionados productos pueden liberar calor a razón de 125.000 B.t.n. por t. y por día. Esto es equivalente para derretir 800 libras de hielo por tonelada de producto por día.

Los azúcares se pueden perder de dos maneras durante el almacenaje: por conversión a almidón y por respiración. En el caso de maíz dulce (de consumo fresco) durante las primeras cuatro horas después de la cosecha, la pérdida de los azúcares es seis veces mayor a 30°C que a 0°C y tres veces mayor a 20°C . En este caso el azúcar se convierte en almidón por eso el grano es menos tierno. En el caso de las arvejas inmaduras tiernas pierden cerca del 40% de su azúcar en las primeras seis horas después de cosechadas cuando son dejadas a temperaturas de 25°C . Los frijoles inmaduro, por su parte pueden perder azúcares en 69% en 24 horas con temperatura de 25°C a 30°C comparado en 38% a temperatura de 0°C .

Las espinacas y otras verduras de hoja pierden fácilmente la humedad ya que las hojas están especialmente adaptadas para los procesos de transpiración. Por eso tan pronto son

cosechadas se deben someter al frío y a atmósferas húmedas para evitar el marchitamiento.

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.

1. Curado

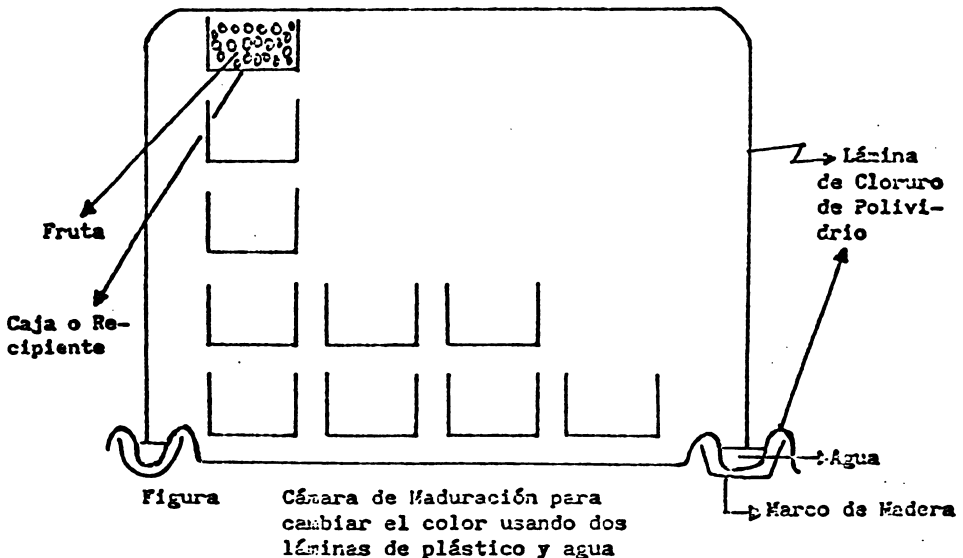
Es un proceso que permite la cicatrización de partes dañadas y rasmilladas en papas, batatas, cebollas, taro u otros productos similares. La formación de peridermio durante el proceso de cicatrización se favorece con temperatura y humedad alta. Las papas se dejan a 20°C por cerca de dos días y luego a 7°C por 10 a 12 días a 90-95% HR. En ajos y cebollas el proceso de curado significa reducir su humedad. Este es un proceso esencial ya que aumenta su período 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 aplicar gas etileno (C_2H_4) o 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 20-30 p.p.m. La humedad relativa es de 85 a 92% y la temperatura de 26°C.

También se puede realizar en pequeña escala utilizando una lámina plástica que envuelve un conjunto de unas 60 cajas de 20 kg. cada una. El etileno se introduce en un recipiente (4.2 litros) que sirve para 1.2t de fruta. Al evaporarse, su concentración llega a 1.000 p.p.m. y después de 15 horas se saca el plástico del agua (Ver figura) para dejar que entre aire.

El cambio de color ocurre en tres días y la temperatura debe ser cercana a 25°C.



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, minimiza el ataque de microorganismos y reduce la respiración del producto.

Existen varios procedimientos a saber: a) aire frío, b) agua o hidrogenfriamiento y, c) por vacío.

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 sólo grandes centros de empaque de países desarrollados lo usan. El tiempo del enfriamiento toma alrededor de una (1) a una hora y media (1½h).

b. Enfriamiento en agua o hidroenfriamiento

Es un método que retira el calor del producto más rápidamente. Se usa de preferencia en productos de hoja. 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 15m. de largo y 1.5 m 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 agua al producto. Para enfriar 100 kg. 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.

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 su cultivo 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 renovar 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 empaque 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 trisódico.

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 un suave cepillado.

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 tienen 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 materiales 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 tiene: cera de caña de azúcar, cera de carnauba, resinas, etc. Como emulsionante 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.

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 cilíndricos. 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.

9. Tratamientos para desinfección

Muchos países importadores de frutas son muy exigentes en que el producto está libre de insectos, sus larvas o huevos 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 horas 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 No. 2 que es 1-(2,5 dimethoxyphenylazo)-2 naphthal con una tolerancia de 2 p.p.m. El colorante disponible es disuelto en solventes orgánicos o en agua con emulsificante.

Los colorantes o tinturas a veces se agregan a la cera.

El tiempo y temperatura máxima utilizada para distintos productos está reglamentada en Estados Unidos.

INSECTOS DAÑINOS EN FRUTAS Y HORTALIZAS DE POSTCOSECHA, SUS DAÑOS Y SU CONTROL

Héctor M. Aldana A.*

Introducción

Durante el período vegetativo de las especies vegetales cultivadas por el hombre, éstas están sujetas a la acción de una serie de organismos que les causan daños y a los cuales comunmente se les denomina "plagas".

Los daños a las plantas de cultivo pueden ser directos o indirectos y son causados por insectos, ácaros, moluscos, hongos, bacterias, virus, protozoarios, nemátodos, vertebrados y malas hierbas, entre otros.

En el campo los insectos perjudiciales, si las condiciones son favorables, entran en relación con las plantas y las afectan de varios modos:

- consumen las hojas
- barrenan los tallos
- consumen las raíces

* Ing. Agrónomo, U. Nacional. Profesor Asociado U. Nacional de Colombia.

- succionan la savia
- consumen estructuras florales
- causan enrollamientos foliares
- transmiten fitopatógenos
- inyectan toxinas
- perforan frutos y semillas

La importancia de estos daños está en relación con la ganancia o utilidad que el hombre espera obtener de sus cultivos, es decir, que el aspecto económico cobra aquí gran importancia. Para ello se han establecido los parámetros Índice de Umbral Económico y Nivel de Daño Económico, definidos así:

El Índice de Umbral Económico es el tamaño o densidad de población límite por unidad de espacio, situado en el tiempo, tan crítico que un leve incremento en él, causa graves daños al agroecosistema, los cuales se traducen en pérdidas económicas.

El Nivel de Daño Económico es la mínima densidad de una población que puede ocasionar pérdidas económicas. Esto quiere decir que esta densidad ya produce pérdidas.

Los daños son importantes antes de la cosecha y pueden ser susceptibles de corrección, pero una vez que es la cosecha la que se afecta, las pérdidas son aún más trascendentales e irreversibles.

Los llamados daños en postcosecha pueden ser ocasionados justamente en el lapso comprendido entre la cosecha y el consumo o su transformación, o haberse iniciado en el campo de cultivo poco antes de la cosecha. En uno y otro caso el manejo de las poblaciones insectiles dañinas en precosecha y el almacenamiento en postcosecha deben ocupar la atención de quienes hacen el procesamiento posterior.

A. Insectos y Acaros Dañinos en Frutas Cosechadas

La fruticultura colombiana tiene posibilidades para generar divisas al país, además de suplir las necesidades nacionales. Infortunadamente las moscas de las frutas o tripétidos y otras especies de artrópodos limitan el desarrollo de la industria frutícola colombiana.

Las siguientes especies han sido reportadas afectando la calidad de las frutas en postcosecha:

En manzanas, el gusano de la manzana (Rhagoletis pomonella (Walsh) (Díptera: Trypetidae).

En naranjas, banano y aguacates, la mosca oriental de la fruta Dacus dorsalis Hendel (Díptera: Trypetidae).

En naranjas, mangos, higos, anones, aguacates, papayas y zapotes, la mosca mediterránea de las frutas (Ceratitis capitata Wiedemann (Díptera: Trypetidae).

En manzanas y peras, el gusano de las manzanas Carpocapsa pomonella Linné (Lepidoptera: Tortricidae).

En tomate de árbol, la chinche patifoliáce Leptoglossus zonatus Dallas (Demiptera: Coreidae).

En papayas, la mosca de la papaya (Toxotripa curvicauda Gerstaecker (Díptera: Trypetidae).

En guanábana, anones y chirimoyas, el perforador de frutos y semillas de las anonáceas Bephrata maculicollis Cameron (Hymenoptera: Eurytomidae).

En anones y chirimoyas, el perforador del anón, Cerconota anonella Sepp (Lepidoptera: Stenomidae).

En naranjas, mandarinas, tangelos, pomelos y otras frutas cítricas, el piojo blanco menor (Pinaspis aspidistrae Signoret (Homoptera: Diaspididae) y muchas otras especies de escamas (Homoptera: Coccidae). Igualmente el ácaro tostador de los cítricos Phyllocoptruta oleivora Ashmead (Acarina: Eriophidae).

El mango, la mosca de las frutas Anastrepha fraterculus Wiedemann (Díptera: Trypetidae).

En guayaba, la mosca de la guayaba Anastrepha striata Schiner (Díptera: Trypetidae).

En naranjas, la mosca de las frutas Anastrepha ludens Low (Díptera: Trypetidae).

En duraznos y mangos, la mosca de las frutas Anastrepha mombinpraeoptans Sein (Díptera: Trypetidae).

Algunas de las especies antes citadas, generalmente en uno o en varios de los estados del desarrollo, ocasionan sus daños consumiendo la parte aprovechable de las frutas, contaminándolas con los productos metabólicos tales como excretas

y exuvias, inyectándoles sustancias tóxicas, impregnándolas con olores desagradables o propiciando la entrada de organismos fitopatógenos. Otras de las especies dañinas modifican el aspecto exterior de las frutas y les causan deformaciones, con consecuencias negativas durante su mercadeo.

Reconocidos los insectos dañinos se hace necesaria su evaluación (directa o indirecta), luego la comparación de los tamaños de población o la gravedad de los daños con los Índices de Umbral Económicos para finalmente realizar los tratamientos fitosanitarios más apropiados. Al evaluar el problema es muy importante el muestreo, para lo cual la norma ICONTEC 756 es de gran utilidad

Hechas la identificación y la evaluación cabe ahora preguntarse si hay necesidad de proceder a utilizar métodos de control y cuál o cuales en particular. La comparación de los datos de la evaluación con los Índices de Umbral Económicos como se dijo precedentemente, indicarán si hay que aplicar controles.

Como en el país no existen Índices de Umbral Económicos para insectos dañinos en frutas después de cosechadas pero sí se sabe que muchas especies en algún o algunos estados de la metamorfosis están presentes en postcosecha, lo mejor sería hacer tratamientos preventivos antes de la cosecha o tratamientos de cuarentena, los cuales deben destruir completamente las especies dañinas en todos sus estados de desarrollo, pero si bien los tratamientos deben destruir la especie dañina, ellos no deben ser peligrosos para el hombre, especialmente desde el punto de vista de los residuos que pueden quedar por el uso de materiales persistentes sobre las frutas.

La importancia de mercadear frutas libres de insectos ha sido puesta en evidencia por el ICONTEC cuando establece en la Norma 1268 que las naranjas no deben tener daños por ataques de insectos, huellas de enfermedades y cicatrices, y que la calidad PRIMERA debe tener 0% (en peso por unidad de empaque) de naranjas con manchas negras y escamas, y hasta 5% de naranjas con heridas o lesiones superficiales cicatrizadas. La Federación Nacional de Cafeteros también considera que el dominico hartón para que pueda ser clasificado en primera calidad además debe estar libre de daños de insectos.

B. Controles

1. Control preventivo

En manejo de insectos dañinos también vale la pena recordar el viejo adagio **"Es mejor prevenir que curar"**. Desafortunadamente seguir este adagio resulta difícil sobre todo en los países en proceso de desarrollo.

Para evitar los problemas entomológicos en la post-cosecha es conveniente poner en práctica controles culturales, controles químicos, controles con feromonas, controles de naturaleza física y controles biológicos. Todos estos métodos buscan impedir que los insectos se desarrollen sobre o dentro de las frutas durante el período de maduración.

Para el caso de las llamadas moscas de las frutas pueden recomendarse la recolección y enterramiento de las frutas infestadas, la eliminación de hospedantes alternantes silvestres, el uso de cebos envenenados, las aspersiones de insecticidas, el uso de feromonas, el uso de trampas, el uso de las radiaciones ionizantes gama y el empleo de parásitos y predadores. Todos estos métodos serán útiles en la medida en que abarquen una gran zona frutícola.

La recolección y enterramiento de frutas infestadas implica disponer de abundante mano de obra. Las frutas se colocan en el fondo de fosos de dimensiones variables, cavados en la tierra, luego se les aplica cal o algún insecticida barato de cierta residualidad pero no persistente y finalmente se coloca una gruesa capa de tierra compacta. Este método puede ser modificado usando grandes recipientes cerrados (canevas por ejemplo) a los cuales se les dejan ventanas cubiertas con tela de malla fina apenas para que se impida el paso de los adultos de las moscas y dejen pasar los posibles parásitos existentes.

La eliminación de los hospedantes silvestres es en cierto modo una práctica más difícil de realizar. Necesita un conocimiento seguro de la condición de hospedante alterno, de la colaboración de todas las personas involucradas y de unas medidas legislativas coercitivas no siempre fáciles de hacer cumplir.

Los cebos envenenados recomendados van dirigidos hacia los adultos, por ello el conocimiento del ciclo biológico es de gran importancia ya que un cebo colocado cuando no hay

adultos no ejerce su función. El siguiente puede ser un ejemplo de un cebo a recomendarse:

Lebaycid	25 ml.
Levadura	200 g.
Agua	20 litros.

Se aplica sobre las frutas con un intervalo de seguridad de 30 días.

Aspersiones de insecticidas especialmente de contacto que cubran toda la planta buscan eliminar los adultos. Estas aspersiones necesitan de altos volúmenes de agua y presiones considerables en los equipos de aplicación para lograr un cubrimiento adecuado y una buena penetración al árbol. Son aplicables en huertos técnicamente establecidos y el Malation es un insecticida no residual de uso frecuente.

Las feromonas y las trampas son también métodos de control dirigidos hacia los imagos. Su fundamento estriba en la atracción que ejercen las feromonas sintéticas y las trampas hacia ellas, reuniendo los insectos en lugares en donde se les destruye. El Trimedlure es una feromona desarrollada en los laboratorios usada contra C. capitata. Las trampas McPhail y Steiner se emplean en la lucha contra el complejo Anastrepha spp. y contra C. capitata.

Desde que en 1950 se estableció la Técnica del Macho Estéril (TMS) en el control del gusano tornillo (Cochliomyia hominivorax Coquerel), se han usado las radiaciones gama contra Dacus dorsalis, Anastrepha ludens y Ceratitis capitata buscando su erradicación de las zonas en donde ocurre. El método implica que los machos son portadores de genes letales dominantes que inducen finalmente a la esterilidad. Implica también una cría masiva eficiente de los insectos, una fuente de radiación gama bien segura, un personal altamente capacitado y unas técnicas de liberación y de recaptura de los individuos fáciles. Las dosis, en kilorads, varían según las y el estado de desarrollo a irradiar.

El parasitismo hasta ahora reportado sobre pupas y larvas de moscas de frutas está representado por las especies Synthomosiphium indicum, Opius oophilus y Opius longicaudatus, entre otras. Las hembras de estas especies depositan sus huevos sobre la prepupa y la pupa. La larva del parásito se alimenta de los contenidos de la pupa o de la prepupa y así

logra destruir al insecto dañino. Las crías de estos parásitos pueden hacerse usando el substrato natural y luego se liberan los puparios cuando hay disponibilidad de pupas y de prepupas de las moscas.

En cuanto a predadores se mencionan algunas aves y hormigas consumidoras de pupas expuestas.

Para el caso de los perforadores de frutas B. maculicollis y C. anonella, la recolección y enterramiento de frutas infestadas, la eliminación de hospedantes silvestres, los cebos envenenados y las aspersiones de insecticidas son técnicas que se pueden recomendar.

Preventivamente contra U. citri, P. aspidistrae, P. oleivora, y otros cóccidos y diaspídidos el tratamiento recomendable es el uso de insecticidas en aspersión, especialmente del grupo de los sistémicos, dirigiendo las boquillas del equipo de aplicación preferentemente sobre las frutas infestadas. Los residuos que puedan quedar por el uso de insecticidas residuales constituyen efectivamente un serio problema para la salud humana.

2. Control curativo

Este hace referencia al uso de materiales y técnicas para destruir los estados del insecto que están dentro o sobre las frutas.

a. La fumigación con bromuro de metilo y dibrometano en espacios herméticos, ofrece un buen control. En general se dan las siguientes dosis, aunque se recomienda hacer los ensayos en cada caso particular:

1) Bromuro de Metilo

Temperatura C°	Dosis (g/metro cúbico)	Tiempo del trat. (horas)
16 - - - - 20	40	2
21 - - - - 27	32	2
28 - - - - 32	24	2
33 - - - - 36	16	2

2) Dibromoetano (DBE)

Temperatura C°	Dosis (g/metro cúbico)	Tiempo del trat. (horas)
13 - - - - 20	20	2
21 - - - - 26	16	2
27 - - - - 32	12	2

Recordemos aquí que un fumigante es una sustancia química volátil que se introduce en un espacio confinado o en el suelo para producir un gas que tiene como finalidad destruir los organismos nocivos. En su eficiencia influyen especialmente la temperatura, la dosis y el tiempo de exposición.

Los cuartos de fumigación de frutas sólo deben llenarse hasta las tres cuartas partes de su altura y las frutas pueden estar empacadas en papel y puestas en cajas de cartón o de madera. Al cabo de dos horas del tratamiento se abren los cuartos y se dejan airear. Antes de someter las frutas a estos insecticidas fumigantes se debe estar seguro de que ellos no irán a causarles ningún tipo de daño.

b. Las exposiciones de las frutas a la acción de las radiaciones ionizantes gama a dosis letales para los insectos, constituyen otro método de control curativo.

Los costos son elevados y se requiere personal bien calificado y entrenado para evitar accidentes fatales.

c. El uso de las bajas temperaturas, por debajo de Umbral Térmico de Desarrollo de las especies, son también otra alternativa de control curativo. Es un método que no ofrece peligros de contaminación ni de accidentes.

d. Cuando las frutas cosechadas presentan adheridos sobre su superficie insectos y ácaros, el lavado y la remoción de dichos especímenes es una práctica muy útil. En el mercado existen equipos completos que mediante lavado y cepillado dejan limpias y brillantes las superficies de las frutas.

C. Insectos de las Hortalizas Cosechadas

Muchos huevos, larvas y pupas de insectos que atacan a las hortalizas al final de su período vegetativo continúan presentes en los lugares de acopio después de la cosecha, permaneciendo allí hasta cuando el alimento esté disponible y las condiciones ambientales no sean fatales.

Después de la cosecha es frecuente encontrar en las cabezas del repollo larvas muy activas de comedores de follaje tales como Peridroma saucia, Copitarsia consueta, Plutella maculipennis y Spodoptera spp. Estos insectos aparte de consumir las cabezas depositan sus excrementos sobre las mismas, propician las pudriciones y dan un aspecto muy desagradable. En tomates cosechados, las larvas de Heliothis zea y de Scribipalpula absoluta causan graves daños. También el áfido Brevycorine brassicae pueden continuar atacando las hojas del repollo después de la cosecha y con sus secreciones azucaradas propician invasiones de hongos que merman la calidad del producto.

Debido al carácter más perecedero de las hortalizas, los problemas de insectos en postcosecha pasan desapercibidos. Sin embargo los tratamientos con plaguicidas un poco antes de la cosecha sí deben ser considerados por el uso casi inmediato que se da a las hortalizas sobre todo en estado crudo.

D. Aplicaciones de Plaguicidas en Frutas y Hortalizas en Postcosecha

Cuando se usan productos químicos para el control preventivo o curativo de los insectos de las frutas y hortalizas existe el riesgo de que los consumidores ingieran una cierta cantidad del tóxico que aún permanece bajo la forma de residuo.

El residuo se forma después de que el depósito es sometido a la degradación y a la degresión, quedando una parte mínima pero peligrosa sobre el substrato.

Un residuo de un plaguicida se define como "cualquier sustancia o sustancias en alimentos de consumo humano y animal, resultantes del uso de un plaguicida. Se incluyen aquí los derivados resultantes de la degradación, los metabolitos y los productos de reacción.

Frente al uso creciente de plaguicidas la **FAO/OMS** creó en 1962 el **CODEX ALIMENTARIUS**, esto es una comisión encargada de proteger la salud de los consumidores y de asegurar un intercambio comercial de alimentos con bases adecuadas. A su turno la Comisión del **CODEX ALIMENTARIUS** estableció en 1963 el Comité para los Residuos de Plaguicidas cuya función es reglamentar a nivel internacional los residuos de plaguicidas en alimentos.

Los alimentos que por el empleo de fumigantes y otros tipos de insecticidas se contaminan con ellos y presentan residuos son alimentos adulterados a menos que se declare que dichos residuos son inofensivos, que están exentos de los requerimientos de una tolerancia, o que están dentro de lo establecido por normas legales. Los conceptos "sin residuos" y "cero tolerancia" han sido substituidos ahora por las tolerancias finitas dentro del nivel despreciable.

La "Tolerancia o límite máximo de residuo del CODEX" es la máxima concentración de un residuo de plaguicida que se permite legalmente en un alimento. Se expresa en miligramos por kilogramo.

En la determinación cuantitativa de un residuo permisible en los alimentos es necesario que esa cantidad no sea superior a la que resulta de las "prácticas agrícolas correctas" y que la cantidad final del residuo en el alimento que se ingiere diariamente no esté por encima de la cantidad que se acepta como segura para un consumo de largo plazo.

En cuanto a la degradación y residualidad de los plaguicidas se sabe que el **DDT** es en cierto modo indestructible y que sólo se volatiliza en forma notable cuando la temperatura del aire es superior a 40°C. El grado de pérdida de este insecticida barato en 10 años en suelos tratados ha sido del 80% en aplicaciones fuertes y del 90% en aplicaciones ligeras. El Diieldrin no es volátil y es estable a la luz. Los insecticidas residuales organofosforados son menos persistentes. El Paration penetra fácilmente en la corteza de las naranjas y allí se metaboliza con una vida media de dos meses, mientras que la del Malation es de un mes.

Teniendo en cuenta los problemas que para el hombre y los animales domésticos tienen los residuos de insecticidas, es necesario seleccionar aquel insecticida no persistente y que garantice que no habrá efectos colaterales indeseables. La frecuencia de las aplicaciones y el Tiempo de Carencia son

factores que deben ser tenidos en cuenta para evitar envenenamientos a cortos o largo plazo. Es bueno recordar que hay tres tipos de exposición que pueden llevar al envenenamiento:

1. Exposición incidental que afecta a personas que manejan los insecticidas en el curso de sus ocupaciones y aquellas que los usan en sus casas y alrededores.

2. Exposición accidental o deliberada. Afecta a los suicidas, homicidas y a aquellos que los ingieren por error.

3. Ingestión de alimentos contaminado. Afecta a todas las personas que consumen alimentos que en algún momento han estado sometidos a la acción de los insecticidas.

Como las hortalizas se destinan al consumo de las personas, la presencia de residuos en ellas es de gran importancia. por ello, algunos países han aprobado leyes que limitan el período de carencia y la cantidad de residuos permisibles si es del caso.

Finalmente se insiste sobre la necesidad de seguir las normas generales de manejo de insecticidas, a saber:

1. Conocer antes que todo el insecto a combatir, esto es, su biología y su comportamiento.

2. Conocer los insecticidas, esto es, sus características particulares, no olvidar que se trata de venenos que como tales implican grandes riesgos para la salud del hombre.

3. Utilizar los equipos de protección adecuados para su manipulación.

4. Utilizar las dosis adecuadas para garantizar efectividad del tratamiento y evitar grandes cantidades de residuos.

5. Tener siempre en cuenta que la última aplicación del insecticida debe estar en armonía con el tiempo de carencia.

6. No olvidar que el manejo integrado de insectos dañinos es el mejor recurso disponible.

BIBLIOGRAFIA

1. ALDANA, H. M. 1984. Entomología económica (conferencia de curso). Mimeografiado. 15 p.
2. EHRLICH P. A. y EHRLICH, H. 1975. Población. Recursos Medio ambiente. Ediciones Omega, S. A. 537 p. Barcelona.
3. MONRO, H.A.U. 1970. La fumigation en tant que traitement insecticide. 398 p. Roma, FAO.
4. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1978. Manejo y control de plagas de insectos. México. LIMUSA. v.3. 522 p.
5. OLARTE, W. 1980. Dinámica poblacional del complejo constituido por las moscas de las frutas Anastrepha striata Sch., Anastrepha fraterculus Wied. en el medio ecológico del Sur de Santander. Bucaramanga, Fondo Rotatorio de la Imprenta del Departamento de Santander, 69 p.

PROBLEMAS PATOLOGICOS EN POSTCOSECHA Y SU CONTROL

Rodolfo Barriga Olivares*

Los cálculos de pérdidas de frutas y hortalizas a nivel mundial se han estimado en un 20%, aunque en algunos lugares donde la tecnología es rudimentaria, éstas pueden alcanzar de 25 a 35%. En Colombia donde la producción anual puede tener un valor de 10 mil millones de pesos estas pérdidas pueden alcanzar un nivel superior al 30%; así se tiene que solamente en CORABASTOS de Bogotá se eliminan diariamente más de 5 toneladas de alimentos frescos debido a su deterioración por pudriciones ocasionadas por el mal manejo en su proceso de cosecha y mercadeo.

Las pérdidas en frutas y hortalizas durante la postcosecha se pueden clasificar en tres factores: (a) Parasíticas; (b) No parasíticas; y (c) daños físicos por mal manejo. Las enfermedades parasíticas comprenden lesiones y pudriciones de diferentes características, causadas principalmente por hongos y bacterias y en algunos pocos casos específicos, debido a nemátodos y virus. Las pérdidas debidas a factores no parasíticos generalmente son causados por reacciones fisiológicas del producto cosechado a ambientes desfavorables en el período de postcosecha. Por otra parte, los daños físicos o mecánicos son debidos a un manejo inapropiado de la cosecha al causar

* Ingeniero Agrónomo. Ph.D Fitopatólogo.

cortaduras, pinchazos, abrasiones, aplastamientos, hendiduras, como también a causa de otros agentes, como pueden ser daños por granizo, heladas, exposición solar, acción de insectos y ácaros, entre los principales. Es bueno anotar que en algunos casos puede existir una acción combinada de algunos de los factores antes anotados, es así como los daños mecánicos deben ser tenidos en cuenta porque ellos deterioran la estructura física del material cosechado, disminuyendo en esta forma la resistencia natural del producto para permitir la entrada de organismos patógenos que mediante pudriciones aceleran la descomposición de los tejidos afectados.

Todo fruto, hortaliza, tubérculo o raíz está expuesto a muchas especies de microorganismos patógenos durante su período de madurez, aunque la mayoría de ellos no tienen la capacidad parasítica para invadir los tejidos vegetales sanos, mientras sus células permanecen biológicamente activas y sus tejidos presentan buena coherencia en su fisiología. Aproximadamente 25 especies de hongos y bacterias son la causa primaria de las enfermedades de productos vegetales en la postcosecha. La mayor parte de estos microorganismos tienen el potencial para atacar unas especies cultivadas afines. Así por ejemplo Penicillium digitatum causa el moho verde en frutas cítricas maduras, pero no afecta a frutas como la manzana y la pera. P. expansum, por otra parte, parasita estas últimas frutas pero es inocuo a las frutas cítricas. La mayoría de las pérdidas en postcosecha, en términos generales, son causadas por especies de los hongos Alternaria, Botrytis, Diplodia, Monilinia, Penicillium, Phomopsis, Rhizopus y Sclerotinia y de las bacterias Erwinia y Pseudomonas. La mayoría de estos organismos patógenos son parásitos débiles, ya que ellos sólo infectan los tejidos de material vegetal cosechado en mal estado; unos pocos como es el caso de Colletotrichum, pueden penetrar la corteza de tejidos sanos. Sin embargo, cuando los tejidos vegetales susceptibles son invadidos por uno de estos organismos se pueden ocasionar cuantiosas pérdidas, ya que el ataque inicial es seguido rápidamente por una amplia gama de patógenos débiles que multiplican el daño causado por los patógenos primarios. En estos casos, la apariencia y calidad de muchos productos cosechados pueden ser perjudicados por lesiones o manchas superficiales causadas por organismos patógenos aunque los tejidos internos no se encuentren afectados.

A. Proceso de Infección

Las frutas y hortalizas son afectadas por organismos que producen pudriciones, ya sea durante su desarrollo de pre-maduración en la planta o durante la cosecha y subsiguientes

operaciones de procesamiento y mercadeo. El proceso de infección, principalmente el de postcosecha, es ayudado en buena proporción por daños mecánicos tales como desgarraduras y abrasiones, picaduras de insectos y cortes en los pedúnculos. Además de lo anterior, la condición fisiológica de la cosecha, la temperatura y formación de peridermo, afectan en forma considerable el proceso y desarrollo de la infección. Por esta razón, es de mucha importancia conocer en detalles el proceso de infección con el fin de programar estrategias para un tratamiento adecuado de control que permitan detener o eliminar la infección.

Las enfermedades en postcosecha se pueden iniciar por dos tipos de infección a saber: (1) la infección activa que progresa continuamente a medida que el ambiente es favorable para el crecimiento del patógeno, y (2) la infección latente que se inicia en el período de pre-madurez de lo cosechado, pero que se acentúa sólo después de la cosecha cuando el producto comienza a madurar.

1. Infección pre-cosecha

Este tipo de infección de frutas y hortalizas puede ocurrir a través de diferentes tipos de penetración como por ejemplo en forma directa a través de la cutícula o de aberturas naturales del producto como estomas y lenticelos, o también a través de daños físicos. Varios hongos patógenos pueden comenzar la infección en la superficie de órganos florales y en las frutas sanas en desarrollo de pre-madurez. La infección se mantiene en estado latente o de reposo hasta después de la cosecha cuando la resistencia del hospedante disminuye y las condiciones intrínsecas del fruto son favorables para el desarrollo del patógeno, como por ejemplo cuando comienza la maduración o declinación de los tejidos infectados. Tales infecciones "latentes" son de mucha importancia en pérdidas de postcosecha de muchas frutas tropicales y subtropicales, como por ejemplo, la antracnosis del mango y la papaya, la pudrición de la corona en el banano y la alternariosis en tomate.

Los parásitos débiles, hongos y bacterias, pueden entrar a tejidos vegetales inmaduros a través de aberturas naturales como estomas, lenticelos y hendiduras durante el crecimiento. También en estos casos el proceso de infección se mantiene estacionario hasta que el huésped susceptible se hace menos resistente al patógeno por procesos de maduración. Es de suponer que el fruto sano puede detener el crecimiento del parásito por un tiempo considerable, pero se sabe muy poco acerca de la interacción del microorganismo invasor y el teji-

do del nuesped. Un ejemplo de este mecanismo de infección es la penetración de los lenticelos de la fruta de manzana antes de la cosecha, por esporas de Phlyctaena vagabunda la cual se manifiesta solamente durante el almacenamiento de la fruta madura como pudriciones pardas alrededor de los lenticelos.

Los lenticelos de los tubérculos de papa son un foco de infección inicial de la pudrición suave bacterial, después de la cosecha. Los lenticelos y la superficie de tubérculos de papa pueden estar contaminados con biotipos virulentos de Erwinia carotovora al tiempo de la cosecha, pero la bacteria permanece latente en estos sitios hasta que la cosecha es sometida a condiciones ambientales apropiadas para el desarrollo del patógeno, tales como alta humedad y bajo nivel de oxígeno, lo cual incrementa la susceptibilidad de los tejidos de papa a la pudrición.

Muchos organismos patógenos presentes en tejido necrótico o asociado con el suelo puede infectar solamente a material de precosecha a través de lesiones superficiales, el cual requiere condiciones meteorológicas favorables al momento de la maduración de la cosecha, para causar pérdidas de consideración. Así se tiene que las conidias de Botrytis cinerea son abundantes en la atmósfera de las plantaciones de fresas y moras durante la floración. Estas conidias pueden germinar en una película de agua en los pétalos y brácteas de flores. El patógeno se mueve de allí a la zona basal del receptáculo del fruto y forma una infección latente. Esta infección se convierte en el patio de infección para el desarrollo de la enfermedad, una vez que las frutas son cosechadas muchos días después. De igual manera las esporas de Colletotrichum gloesporoides germinan en la superficie húmeda de aguacate, banano, cítricos, mango y papaya en cualquier momento durante el desarrollo de estas frutas en el árbol. Los apresorios se forman al extremo de los tubos germinales horas después de la germinación. Estos cuerpos son mucho más resistentes a un ambiente desfavorable que las esporas y además se adhieren fuertemente a la cutícula del fruto durante el proceso de infección. En banano y mango una hifa de infección se desarrolla de la base del apresorio y rompe la cutícula y la pared externa de la célula epidermal, formando allí una pequeña masa de hifas. En este estado un desarrollo posterior del hongo es impedido debido a la resistencia del tejido inmaduro del huésped. Estas lesiones "latentes" permanecen viables por varios meses y pueden dar origen a la enfermedad después de la cosecha, cuando la fruta madura. La pudrición parda de los cítricos, que generalmente se desarrolla en almacenamiento después de la cosecha, se origina de infecciones incipientes iniciadas por esporas de Phytophthora que salpica a frutas

cercanas al suelo algunos días antes de la cosecha. Las infecciones incipientes de Sclerotinia sclerotiorum en habichuelas al tiempo de la cosecha son también un factor importante en el desarrollo de pudrición postcosecha de este cultivo.

2. Infección durante y en postcosecha

Algunas de las enfermedades más devastadoras se originan de infecciones iniciadas por daños mecánicos o fisiológicos en la superficie de la fruta. Cierta grado de daño mecánico es inevitable en el curso de la cosecha, procesamiento y empaque de frutas y hortalizas, aunque estas operaciones se realicen con el mayor cuidado. Los daños fisiológicos pueden ser causados por frío, calor, deficiencia de oxígeno, ventilación deficiente, entre otros, pueden predisponer al material fresco recién cosechado a enfermedades postcosecha. Frutas y hortalizas, particularmente las de origen tropical, pueden ser deterioradas por almacenamiento a temperaturas menores de 10°C. Este daño resulta frecuentemente en un aumento en enfermedades postcosecha, aunque los síntomas de daño por sobre enfriamiento no sean aparentes. El almacenamiento en cuartos fríos se tiene como causa del aumento de la pudrición negra de Alternaria y pudrición bacteriana suave de tomates y la pudrición de Nigrospora en bananos. Asimismo las bajas temperaturas pueden aumentar las pudriciones en tubérculos de papa al inhibir la formación de peridermo.

Temperaturas ambientales altas también predisponen los productos recién cosechados a ciertas pudriciones. El exponer la papa y el ñame a luz solar directa por unas pocas horas aumenta la severidad de pudriciones en material almacenado. Tomate sumergido en agua a 48°C durante cuatro minutos estuvo predispuesto a pudrición por Alternaria. Cuerpos de infección de hongos y bacterias son abundantes en el ambiente y en la superficie de frutas y hortalizas cuando se acerca la maduración en el campo. Muchos de estos patógenos, v.gr. Penicillium, Rhizopus, Geotrichum, y Thielaviopsis no son capaces de penetrar la superficie del hospedante, pero si pueden entrar a través de heridas o entradas naturales pueden causar cuantiosas pérdidas del producto maduro. Además de la contaminación precosecha con organismos patogénicos, los materiales cosechados pueden ser contaminados por contacto con frutas podridas o material infestado de los lugares de procesamiento y empaque. El ambiente de los lugares de empaque está severamente cargado con esporas de hongos patógenos y la fruta puede ser infectada por inóculo presente en el aire después de la desinfección con químicos. El agua usada para limpiar, transportar, enfriar o tratar químicamente al material cosechado

es una fuente inóculo importante en la diseminación de enfermedades. El acto de sumergir papas, frutas cítricas, bananos y manzanas en agua puede propiciar la inoculación de heridas y lenticelos a menos que se tomen medidas convenientes para mantener el agua en condiciones sanitarias adecuadas.

La mayoría de los tratamientos y prácticas realizadas para controlar pudriciones de postcosecha se hacen con el fin de prevenir infecciones en daños físicos, causados durante la cosecha y el manejo del cultivo. El mejor éxito se ha alcanzado en el tratamiento de estos daños mecánicos con fungicidas. Sin embargo las infecciones localizadas en abrasiones, lenticelos y aquellas en estado de latencia en los tejidos vegetales son muy difíciles de controlar con tratamientos postcosecha.

B. Medidas de Control

1. Control de infección en la pre-cosecha

Las infecciones que están bien establecidas al momento de la cosecha son difíciles de erradicar con productos protectantes convencionales, sean fungicidas o bactericidas, ya que la mayoría de ellos no penetran los tejidos en forma eficiente. El tratamiento postcosecha con calor, irradiación o fungicidas sistémicos ha mostrado buena efectividad en algunos casos. Sin embargo, la mejor estrategia para controlar infecciones precosecha es mediante la aplicación de químicos protectantes o erradicantes al cultivo en su etapa de premadurez.

En cultivo de fresa se ha observado que la aplicación periódica, entre 7 y 14 días, de fungicidas protectores como captan y thiram han mostrado buen control postcosecha de pudriciones de Botrytis. En la actualidad los productos benomyl, clorotalonil y diclofluanid se consideran como los más efectivos para controlar esta infección.

Varias frutas tropicales son susceptibles al ataque de Colletotrichum gloeosporivides durante todo el desarrollo de la fruta por la cual es esencial que se programen una serie de aspersiones al cultivo, desde el comienzo de la formación de las frutas hasta su cosecha. Esta práctica se realiza en varios lugares del mundo en cultivos tropicales afectados por esta enfermedad, tales como el mango, la papaya y el banano.

La pudrición lenticular de la manzana en países de la zona templada ha sido controlada eficientemente con aspersiones tardías en el verano con fungicidas a base de Captan, benomil o tiabendazol. Esta práctica protege y erradica las infecciones latentes durante este período premadurez de la cosecha. Aspersiones de benomyl un mes antes de la cosecha de naranjas previene el desarrollo postcosecha de infecciones latentes de Diplodia y Phomopsis en el ápice de la fruta.

Antes de la década de los años 60 el control de infecciones latentes se limitaba a la protección del fruto para prevenir el establecimiento de focos de infecciones latentes en períodos críticos para su desarrollo potencial. Posteriormente se ha demostrado con el desarrollo y utilización de los fungicidas sistémicos como el benomyl y el tiabendazol, que las infecciones latentes se pueden erradicar al mismo tiempo que estos compuestos suelen prevenir el establecimiento de nuevos focos de infección. En esta forma, el control de enfermedades postcosecha se ha mejorado significativamente, mediante la aplicación de fungicidas al cultivo en el campo para reducir el número de focos de infección iniciales, ya en esta forma los tratamientos postcosecha serán más efectivos si los niveles de infección son mínimos al momento de cosechar los frutos. Es bueno anotar, sin embargo, que la aplicación de fungicidas sistémicos debe programarse con sumo cuidado ya que se ha comprobado que estos químicos tienen la particularidad de seleccionar biotipos del patógeno resistentes a su acción fungicida, lo cual puede prestarse a problemas de infecciones postcosecha con estas poblaciones del patógeno bajo control. Así por ejemplo, el uso de benomyl tanto en la precosecha como en el producto cosechado, no es recomendable ya que esto puede conducir al desarrollo y diseminación de biotipos resistentes al patógeno en la postcosecha. Una práctica o estrategia que puede dar buenos resultados es la utilización, intercalada o en mezclas, defungicidas protectantes convencionales y sistémicos durante la precosecha.

2. Control de infección en la postcosecha

Desde cierto punto de vista, las pérdidas por enfermedades postcosecha pueden considerarse como afectando dos aspectos de la fruta o producto cosechado. Uno de ellos es el relacionado con la pérdida absoluta del producto para consumo como una simple unidad. El segundo aspecto es el relacionado con el hecho que una unidad de empaque colectivo o un cargamento completo puede ser descartado o simplemente devaluado, por la identificación de una contaminación superficial, aunque la calidad de las unidades contenidas en el mismo no haya sido

afectada. Enfermedades causadas por hongos que se diseminan fácilmente de fruta a fruta, tales como el Rhizopus y el Botrytis, caen dentro de esta categoría. Por otra parte, están otros organismos que crecen en la superficie de ciertas frutas como sandías, melones, cítricos y manzanas, a las cuales afectan su apariencia externa sin disminuir su calidad de sabor o valor nutritivo.

a. Prevención de la infección

Muchas enfermedades comienzan por la invasión del patógeno a través de daños o heridas superficiales que se originan durante el manejo de la cosecha y durante el cultivo. La incidencia de estos disturbios puede disminuirse notablemente mediante la reducción de daños físicos con un manejo cuidadoso del material cosechado y la disminución de cuerpos infectivos del patógeno. Algunas prácticas de procesamiento de la cosecha, como el retardo en la maduración de los tejidos superficiales del producto cosechado o simplemente el tratar de producir un estado de flacidez, mediante la pérdida de agua en sus tejidos externos ayudan a disminuir este tipo de daño. Es así que lo que se conoce como "**marchitamiento superficial**" es producido en las frutas cítricas en California antes de su procesamiento en las respectivas plantas de empaque.

Probablemente el factor más importante que afecta el desarrollo de pérdidas postcosecha es el ambiente que prevalece en el almacenamiento. Alta temperatura y humedad relativa ambiental, favorecen el desarrollo de pudriciones, mientras que los daños por enfriamiento generalmente predisponen a las frutas tropicales a enfermedades postcosecha. En contraposición, temperaturas bajas, niveles bajos de oxígeno y altos de gas carbónico y humedad ambiental apropiada al producto, pueden restringir el grado de deterioración postcosecha, ya sea porque retardan el grado de maduración o declinación de la fruta, disminuyen el crecimiento del patógeno o producen ambos efectos.

Muchos tipos de tratamientos físicos y químicos se han desarrollado para control de pérdidas postcosecha en frutas y hortalizas. La efectividad de estos tratamientos dependen de tres factores principales.

- La capacidad del tratamiento para llegar al patógeno.
- El grado y sensibilidad de la infección; y
- La sensibilidad o reacción del material hospedante.

El tipo de la infección y su desarrollo en el material susceptible son críticos con respecto a su factibilidad de ser controlado. Así por ejemplo, patógenos como Penicillium y Rhizopus que invaden las heridas durante la cosecha y el manejo de la misma posteriormente, son controlados con mucha mayor facilidad y eficiencia mediante fungicidas adecuados que el moho gris de la fresa, cuyo momento de infección se produjo semanas antes de la cosecha cuando el fruto estaba todavía en el campo.

b. Tratamientos físicos

Pérdidas postcosecha pueden ser controladas por temperaturas altas y bajas, atmósferas modificadas, humedad relativa adecuada, campos magnéticos, radiaciones ionizantes, buena sanidad y desarrollo de barreras protectoras en daños mecánicos. Temperaturas bajas durante el manejo y procesamiento de la cosecha es el método más importante para disminuir pérdidas, por lo cual los otros métodos citados anteriormente pueden considerarse como suplementarios a la refrigeración. La utilización de este método está sin embargo supeditado a la tolerancia de los tejidos del producto tratado a las bajas temperaturas esto si se tiene en consideración lo anotado anteriormente y de que algunos cultivos tropicales como la papaya, el mango y el banano son susceptibles al deterioro por bajas temperaturas, por lo cual este método debe utilizarse con mucho cuidado. Tratamiento con calor ya sea con inmersión en agua caliente o corrientes de aire caliente húmedo, tienen limitada aplicación comercial para control de disturbios patológicos en frutas como la papaya, el melón cantaloupe y drupas. Este tratamiento tiene la ventaja de que desinfecta la superficie y los tejidos inmediatos a esta zona de la fruta u hortaliza, sin dejar residuos químicos en el producto tratado. Este tratamiento se debe administrar a temperaturas que oscilen de 50 a 55°C. Las radiaciones ionizantes son efectivas para inhibir el crecimiento del patógeno en lesiones establecidas con cierta profundidad en el tejido susceptible. Las frutas maduras y las hortalizas son relativamente resistentes al daño de las irradiaciones porque la división celular es una actividad biológica muy disminuida en este estado de desarrollo. Sin embargo, esta práctica tiene dos limitaciones serias. Una de ellas es que infecciones muy profundas generalmente tienen un desarrollo ilimitado de células del patógeno, lo cual obliga a utilizar dosis muy altas de irradiaciones que pueden causar daños en los tejidos de la cosecha al sobrepasar los límites de su tolerancia. Por otro lado, patógenos que pueden estar presentes en focos de infección profundos, tales como Diplodia y Alternaria en cítricos, son moderadamente

resistentes a las radiaciones, mientras que otros hongos que invaden a través de heridas superficiales aunque son relativamente susceptibles a las irradiaciones pueden controlarse con aplicación de fungicidas.

c. Tratamientos químicos

Se ha discutido anteriormente la importancia de proteger la superficie de frutas y hortalizas con productos químicos, principalmente fungicidas para disminuir focos de infección latentes durante la permanencia del producto en el campo en la etapa precosecha. Es de esperar que estos tratamientos antes de la cosecha suministran cierta protección durante la cosecha y el procesamiento de la misma para inhibir el desarrollo de infecciones en las lesiones que se causen a la fruta u hortaliza cosechada. Como medida complementaria de la anterior práctica, en los últimos 30 años la práctica de tratar el producto en la etapa de postcosecha se ha convertido en parte integral del procesamiento y mercadeo a gran escala comercial de frutas de importancia mundial, tales como los cítricos, el banano y las uvas. El éxito relativo del tratamiento químico depende de varios factores:

- La cantidad inicial de inóculo en el medio
- La profundidad o extensión de la infección en los tejidos del susceptible.
- El grado de crecimiento de la infección
- Temperatura y humedad del medio; y
- La profundidad a la cual el producto químico, pueda penetrar en el hospedante.

Además de lo anterior, los compuestos químicos aplicados no deben ser fitotóxicos en tal forma que demeriten la calidad del producto y deben tener el visto bueno de las autoridades locales de salud pública en cuanto a sus límites de tolerancia para consumo humano.

Con este fin se han venido empleando desde los años 50 una amplia gama de productos para el control de las pérdidas por enfermedades en materiales vegetales postcosecha, principalmente en frutas como el banano, las uvas y las fresas. Estos productos son generalmente de naturaleza fungistáticas, es decir, que inhiben el desarrollo vegetativo y la esporulación y germinación de los cuerpos reproductivos del

patógeno sin destruirlo por su actividad letal para lo cual deben estar en contacto directo con éste para ser efectivo. Unos pocos químicos, tales como el cloro y el bióxido de azufre son verdaderos fungicidas. Ejemplos de compuestos típicamente fungistáticos en las condiciones normales de tratamiento de productos postcosecha son el Sodio-Ortofenil fenato (SOPP), el sodio tetraborato, sodio carbonato, el sec-butilamina, el bifenil y el tiabendazol. Por otra parte, el compuesto hipoclorito de sodio causa la destrucción de esporas de hongos y bacterias in vitro, pero no es efectivo en la prevención de pudriciones de frutas y hortalizas infectadas. Lo cual indica que no es necesario matar el patógeno presente en una lesión para detener el desarrollo de la infección, como mas bien mantener una concentración fungistática del químico en el patio de infección por el tiempo necesario para que la herida sea protegida de la penetración y desarrollo del patógeno. Asi se tiene que la susceptibilidad de la corona de una mano de bananos a la infección por varios hongos, disminuye con el tiempo transcurrido después del corte del racimo madre. Los tubérculos de papa y ñame tienden a formar una capa de peridermo en la cicatriz de sus tejidos heridos, lo cual los hace resistentes a la invasión de organismos patógenos. En esta forma estos insumos agrícolas son susceptibles a la infección por patógenos de heridas sólo por unos días después de la cosecha. Algunos tratamientos químicos no tienen ningún efecto irradiante directo, si no que simplemente cambian algún aspecto fisiológico de los tejidos del susceptible, así se ha observado que las amins alifáticas parece que previenen la infección de la fruta de naranja mediante el aumento del pH de los tejidos, afectados por roturas superficiales, más allá de los límites favorables para el desarrollo e los patógenos. En esta forma una vez que el pH de los tejidos de la corteza herida vuelve a su nivel normal días más tarde, este sitio no es receptivo a la infección de organismos patógenos, a pesar de que las amins alifáticas no tienen efecto fungitóxico.

Otro aspecto importante en el tratamiento de materiales postcosecha es aquel que se realiza para conservar la buena apariencia de las unidades sanas, la cual se puede ver afectada en forma notoria por el crecimiento superficial de crecimiento fungoso o por la posible contaminación con esporas y otros desechos generales por unidades enfermas del lote, a pesar de que su calidad interna y su valor nutritivo no se encuentren afectadas. Es así como el desarrollo de Cladosporium, Alternaria, Hormodendrum y otros hongos en la corteza y partes vegetativas de frutas y hortalizas durante el almacenamiento en condiciones de alta humedad ambiental deteriora notablemente la apariencia de material sano y demerita su calidad comercial. Infecciones latentes de Colletotrichum

en la cáscara de bananos puede originar lesiones pardas en esta, la lesión no llegue a la pulpa. La aparición de estas manchas puede prevenirse con aplicación postcosecha de benomyl.

d. Problemas actuales y tendencias en el control de problemas patológicos postcosecha

En muchos lugares del mundo la industria agrícola de frutas y hortalizas frescas está en una era de innovaciones dinámicas en el campo de cosecha mecánica, empaque para el usuario y transporte y manejo masivo de grandes volúmenes. Muchas de las prácticas realizadas en esta área necesariamente intensificarán los problemas patológicos postcosecha, ya sea por la oportunidad de deteriorar el material cosechado o por la creación de ambientes favorables para su desarrollo.

Los materiales y la tecnología para el control adecuado de enfermedades postcosecha para la producción en gran escala de frutas y hortalizas frescas están disponibles en los países industrializados. El desarrollo de dicloran al comenzar la década de los 60 suministró por primera vez un método eficiente para el control de pudriciones suaves por *Rhizopus*, una fuente importante de pérdidas en frutas como el durazno y la nectarina. La amina sec-butilamina, desarrollada por la misma época, tuvo gran aplicación en el tratamiento de cítricos para prevenir las infecciones en lesiones de la cosecha por especies de *Penicillium* durante el proceso de decoloración y almacenamiento de la fruta. TBZ y benomyl, utilizados posteriormente resolvieron el problema de la pudrición de la corona en manos de banano empacados en empaques de cartón. Estos compuestos también hicieron un aporte importante en el control de infecciones latentes, considerado como un factor limitante en el almacenamiento de frutas cítricas, manzanas y bananos. Tiabendazol ha igualado o superado la efectividad de organomercuriales para controlar enfermedades de postcosecha importantes en semilla de papa almacenada, por lo cual debe ser importante en el almacenamiento de otros cultivos de tubérculo y raíz.

A pesar del progreso sustancial en los últimos 20 años en el desarrollo de fungicidas altamente efectivos, no existen todavía tratamientos efectivos para el control de problemas patológicos postcosecha de alguna importancia. Dentro de estos se pueden citar la pudrición bacteriana suave de cultivos hortícolas, la pudrición por *Geotrichum* de frutas cítricas y tomate y la pudrición por *Alternaria* de varias frutas y hortalizas, las cuales no se pueden controlar mediante la aplicación con un agente antimicrobiano. En éstos las

medidas más efectivas o buenas medidas de sanidad en la cosecha y posteriormente, refrigeración apropiada y retardo en el período de declinación de la cosecha. Si en el futuro se continúan descubriendo nuevos compuestos que ayuden a controlar eficientemente algunos de estos problemas, se puede vislumbrar en un futuro cercano el manejo oportuno y eficaz de los disturbios patológicos en frutas y hortalizas durante su manejo en la postcosecha.

LITERATURA CONSULTADA

1. CARDOSO, J. V. 1980. La calidad en los productos agrícolas. En Memoria Primer Seminario Nacional sobre Calidad de Productos Agrícolas, ICONTEC, Bogotá, Colombia, p 17
2. ECKERT, J. W. y RATNAYAKE, M. 1983. Hostpathogen interaction in postharvest diseases. En Postharvest physiology and crop preservation. Ed. Morris Lieberman; Plenum Publishing Corp., USA., p 247-264.
3. _____. 1983. Control of postharvest diseases with antimicrobial agents. En Postharvest Physiology and crop preservation. Ed. Morris Lieberman; Plenum Publishing Corp. USA., p. 265-285.
4. _____. 1977. Control of postharvest diseases. En Antifungal Compounds. Vol. 1, Ed. M.R. Siegel y H.D. Sisler' Marcel Decker Inc., New York, p. 269-352.

5. GOMEZ, J. E. 1984. Evaluación de pérdidas de postcosecha en tomate. Tesis Programa Estudio para Graduados en Ciencias Agrarias UN-ICA, Bogotá, Colombia. p. 85
6. HORTALIZAS, ICA. Manual de asistencia técnica No. 28 Ed. J. Jaramillo V. y M. Lobo. p. 555.
7. WILLS, R. B. H., LEE, T.H., GRAHAM, D., GLASSON, W.B. y HALL, E. G. 1982. Postharvest, an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. AVI Publishing Co., Westport, Conn. p. 150.

ENVASES-EMPAQUES EMBALAJES (FUNCION-TIPO-USO)

Jorge Moreno González*

Introducción

El envase o empaque ha sido a través del tiempo el elemento básico para llegar con un producto en buenas condiciones a un mercadeo determinado, y sin cuya protección el producto sufriría deterioro hasta llegar a 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 mercadeo, el transporte y la publicidad a nivel mundial.

Igualmente se ha considerado que el envase o empaque es tan antiguo como la humanidad misma. Desde cuando el hombre se ha visto obligado a llevar un producto de un sitio a otro, se ha encontrado con la necesidad de usar un empaque, por más rudimentarios que fueran sus medios de transporte. Como empaque se utilizaron inicialmente productos naturales como hojas, cañas, totumas, pieles, otros.

* Economista Agrario, especializado en Mercadeo Agropecuario y Control de Calidad.

La revolución industrial trajo grandes avances en la producción de empaques, desarrollándose la más variada gama de éstos, entre los cuales se pueden mencionar: cajas de madera, cajas en cartones corrugados y cartulinas, bolsas, tubos colapsibles, frascos, botellas, tarros, canecas, bodones, tambores, etc.

Posteriormente se inició la búsqueda de nuevos materiales hasta producirse una completa revolución en el año de 1940 con la introducción del polietileno, seguido por el poliestireno, el polipropileno, el poliuretano y otros más, hasta llegar hoy día a los plásticos termoencogibles. Al igual que los plásticos los demás materiales utilizados para producir empaques, han tenido también un desarrollo notorio resaltándose así la importancia que cobra el empaque día tras día.

Este reseña del empaque refleja la imagen que tiene éste como elemento dinámico y poderoso en el compuesto de mercadeo, en el cual se reconoce siempre su significado y potencial; siendo importante conocer sus beneficios y funciones para lograr su mejor aprovechamiento activo en los planes de mercadeo. La idea de envases o empaque lleva implícita la evolución, siendo un instrumento indispensable para el desarrollo y progreso de la industria en general.

En la industria relacionada con la alimentación, los avances de la ciencia han revolucionado los procedimientos, técnicas de elaboración, especificaciones, variedad, etc., para la fabricación de los más variados empaques o envases.

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 éste de singular importancia. Los avances han llegado a un punto tal que todo lo relacionado con el empaque exige conocimientos específicos que imponen estudios especializados.

Dentro del concepto moderno del empaque se hace necesario tener en cuenta que los métodos de comercialización modernos exigen una presentación del producto muy esmerada y que lo primero que se valora de un producto es su apariencia, de manera que si los empaques son deficientes, es frecuente suponer que lo que hay en su interior también es regular o malo.

En la presente intervención se tratará de hacer algunas consideraciones sobre las funciones del Envase o Empaque; sobre los tipos de envases o empaques según los diferentes

materiales utilizados para su fabricación y sobre los usos de éstos en el manejo de los alimentos.

A. Definiciones

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

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.

2. Embalaje

Se define así al "contenedor secundario que puede o no llevar varios envases para facilitar su unificación, manipulación, almacenamiento y transporte, y que por lo general no llega hasta el consumidor final".

3. Empaque

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

De otra parte, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas, **ICONTEC**, en su norma 1573, define el término de Empaque como "el objeto destinado a contener temporalmente un producto o conjunto de productos durante su manipulación, su transporte, su almacenamiento o su presentación a la venta, a fin de protegerlos, identificarlos y facilitar dichas operaciones".

B. Los Alimentos y su Envasado/7-24

Existen alimentos muy inestables, debido a su composición química y que por tanto resisten mal a las condiciones ambientales sabiendo ser preservados y envasados cuidadosamente. Estos alimentos se denominan perecibles y, entre otros, podemos considerar los siguientes: leche en todas sus formas, yogurt,

quesillos, mariscos, pescados, carnes, mantequilla y helados. 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 pastas, galletas, dulces y chocolates, caramelos, miel, bebidas, licores y pan.

En todo caso, incluso para estos últimos productos se hace necesaria protección a través del envase, con barreras a ciertos agentes externos.

1. Alteraciones que se pueden producir en los alimentos/7-24

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.

- Contaminación con productos del medio ambiente (suciedad, polvo, etc.) y con sustancias tóxicas (plomo, mercurio, etc.).
- Contaminación por acción de olores extraños, los que son captados del medio ambiente por el alimento; ésto 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.

-Pérdidas de forma del producto, principalmente en alimentos sólidos plásticos, tales como la manteca, margarina y helados.

-Pérdida de aromas (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 externos.

Los envases en algunos casos deben ser aptos para resistir las condiciones de procesamiento, por ejemplo en las conservas y en la industria cervecera, deben resistir la acción del calor durante las operaciones de pasterización y esterilización.

En otros casos los envases deben servir para permitir porciones o para que el interesado lo utilice directamente en su consumo (ejemplo botellas de cerveza, botellas de vino, vasos de yogurt, etc.).

C. 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 período relativamente largo sin alterarlo ni afectarlo (Ver Cuadro No. 1).

Las funciones de un envase o empaque están relacionados con el producto envasado, el sistema de distribución disponible y el consumidor final.

Los requerimientos de un envase y sus funciones no son estáticas; cambiarán continuamente junto con los cambios en la Sociedad, las necesidades de los consumidores, los cambios en la distribución, por las leyes y regulaciones; son todos factores que influenciarán el desarrollo del envase o empaque/7,11,15.

Las funciones de los envases, usualmente son clasificados así: de protección y contenido; de utilidad y conveniencia, y de identificación y comunicación.

1. Función de protección y contenido/7

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 (ejemplo: una conserva ácida requiere de un determinado tipo de envase).

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

La función de protección de un envase o empaque está establecida por una evaluación producto-medio ambiente, siendo preciso determinar, primeramente, la naturaleza del producto.

Las frutas, por ejemplo, absorben oxígeno y liberan anhídrido carbónico (CO_2) y se descomponen si el envase o empaque, no les permite obtener el oxígeno y liberar el anhídrido carbónico.

a. Relación entre factores

Con base a la tipificación aprobada, se ha hecho una lista de alimentos y se han considerado los factores que

Cuadro No. 1 (Continuación)

PRODUCTO	FINALIDAD DEL ENVASE
<p>Pulpas de frutas.</p> <p>Mermeladas.</p> <p>Jugos de frutas.</p>	<p>No producir cambios en el producto por la acción del mismo envase.</p> <p>Permitir calentar el producto en el mismo envase para su consumo.</p> <p>Permitir la esterilización del producto</p> <p>Permitir una fácil abertura del envase, para el consumo del producto.</p> <p>Suministrar un medio adecuado de transporte.</p> <p>Impedir la recontaminación</p> <p>Impedir la acción de la luz.</p> <p>Impedir la acción del oxígeno y gases.</p> <p>Permitir el desarrollo de los procesos de producción, durante su elaboración.</p> <p>No producir reacciones con el producto que contiene.</p> <p>Ser barrera contra el paso de humedad.</p> <p>proteger de la recontaminación microbiana.</p> <p>No producir cambios en el producto.</p> <p>Resistir los requerimientos del procesamiento.</p> <p>Permitir la fácil abertura y cierre del envase.</p> <p>Proteger el producto durante el almacenamiento.</p> <p>Impedir el paso de la humedad.</p> <p>Actuar como barrera de paso de gases.</p> <p>Evitar la recontaminación por microorganismos.</p>

Cuadro No. 1. (Continuación)

PRODUCTO	FINALIDAD DEL ENVASE
<p>Aceites comestibles</p> <p>Margarinas y mantecas.</p> <p>Cereales y derivados.</p> <p>Bebidas-Vinos-Licores</p>	<p>Permitir un fácil consumo, por uso directo del envase. Presentar un tacto agradable a los labios, si es de uso directo.</p> <p>Proteger contra la acción pro-oxidante de los rayos ultravioletas de la luz solar.</p> <p>Proteger contra la acción enranciante del oxígeno.</p> <p>Proteger contra la entrada de humedad.</p> <p>Ser impermeable a los aceites y grasas.</p> <p>Evitar chorreos y derrames.</p> <p>Servir de barrera al paso de olores extraños, gases y oxígeno que eviten el enranciamiento.</p> <p>Proteger contra el paso de humedad.</p> <p>Dar forma al producto.</p> <p>Servir de barrera contra la acción de la luz.</p> <p>Facilitar su uso en la mesa, siendo de fácil abertura y cierre.</p> <p>Proteger contra insectos-roedores.</p> <p>Proteger contra la humedad y materias extrañas.</p> <p>Proteger contra pérdidas por manipulaciones.</p> <p>Impedir crecimiento de hongos.</p> <p>Identificar los productos.</p> <p>Protegerlos contra pérdidas de aroma y bouquet.</p>

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 (Ver detalle en Cuadro No. 2).

Estas condiciones son conocidas como medio ambiente y pueden ser divididos en: mecánicos, climáticos y físicas. Las condiciones mecánicas pueden ser divididas en: de impacto, de vibración y de precisión.

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 supervivencia del envase o empaque en el sistema de distribución.

2. Función de utilidad y conveniencia

Esta función adquiere cada día mayor importancia ya que el envase o empaque debe permitir la fácil manipulación de los productos y al mismo tiempo debe ayudar a utilizar mejor el espacio en los medios de transporte.

Como en la actualidad no existen estándares para vehículos de transporte, en ningún país, siendo la excepción el ContainerISO, usado para transportes por mar, es absolutamente necesario conocer los requerimientos para cumplir esta función.

En la actualidad se desarrollan nuevos envases o empaques relacionados con la función de utilidad y conveniencia, los cuales permiten la posibilidad de que el consumidor los abra, cierre y guarde en casa.

Cuadro No. 2. Relación entre alimentos, envases y medio ambiente

	EFECTOS DE BARRERA DEL ENVASE												
	Transferencia y consumo	Transferencia gases	Pres. medio ambiente	Olores extraños	Pérdidas de Olor	Microbiana	Oxígeno y gases	Luz solar y radiación	Humedad	Pérdida humedad	Aislac. térmica	Forma producto	Calor proceso
1. Leche fluida			X			X	X	X					
2. Leche aséptica			X			X	X	X					
3. Leche evaporada y condensada			X	X		X	X	X	X	X			
4. Leche en polvo			X	X		X	X	X					
5. Yogurt	X		X	X		X	X	X					
6. Helados	X		X	X		X	X	X					
7. Quesos			X			X	X	X					
8. Quesillos			X			X	X	X					
9. Mantequilla	X		X			X	X	X					
10. Frutas frescas		X	X	X		X	X	X					
11. Frutas en conserva			X			X	X	X					
12. Pulpa de frutas			X			X	X	X					
13. Mermeladas			X			X	X	X					
14. Jugos de frutas			X			X	X	X					
15. Hortalizas en conserva.			X			X	X	X					
16. Sopas deshidratadas			X			X	X	X					
17. Salsas de tomate			X			X	X	X					

Cuadro No. 2 (Continuación)

	EFECTOS DE BARRERA DEL ENVASE												
	Fraccionar y Consumo	Trasferencia de gases	Pres. medio ambiente	Olores extraños	Pérdidas de Olor	Microbiana	Oxígeno y gases	Luz solar y radiación	Humedad	Pérdida de humedad	Aislamiento térmico	Forma producto	Calor proceso
18. Mariscos y pescados en conserva			X			X	X	X	X				X
19. Hortalizas congeladas			X			X	X	X	X				X
20. Aceites comestibles			X	X		X	X	X	X		X		X
21. Margarinas	X		X	X		X	X	X	X		X		X
22. Mantecas			X	X		X	X	X	X		X		X
23. Harina de trigo			X	X		X	X	X	X		X		X
24. Arroz			X			X	X	X	X				X
25. Café soluble	X		X			X	X	X	X				X
26. Azúcar	X		X			X	X	X	X				X
27. Fideos y pastas	X		X			X	X	X	X				X
28. Galletas	X		X			X	X	X	X				X
29. Dulces y chocolates	X		X			X	X	X	X				X
30. Caramelos	X		X			X	X	X	X				X
31. Miel	X		X			X	X	X	X				X
32. Bebidas y licores	X		X			X	X	X	X				X
33. Pan envuelto	X		X			X	X	X	X				X

FUENTE: Tomado de Envases para Alimentos Industrializados. CORFO, Chile, 1977.

3. **Función de identificación y comunicación**

La importancia de esta función depende de los sistemas disponibles de distribución y su aspecto más importante desde el punto de vista de esta función se presente en el diseño del local comercial.

Es así como los supermercados juegan un papel muy importante en la venta de alimentos, en ellos el envase o empaque es el único vendedor. Por lo anterior, el envase o empaque debe desarrollar las funciones de identificar y describir el producto, presentarlo en tal forma que sea atractivo al comprador y actuar como base para todas las actividades de mercado.

La gran cantidad de envases o empaques en diferentes tamaños y materiales que existen para algunos productos, se presenta por razones de mercado, pero además porque sirven en forma importante para distinguir un producto de otro y se adaptan a los métodos de distribución, medios de producción y obtención de materiales.

Hoy día no se considera terminado un producto sino hasta que se halle debidamente empacado. Más aún, en términos industriales, actualmente se considera que la línea final en el proceso de fabricación de un producto, es la línea de empaque. Los anteriores comentarios llevan a la conclusión de que en casi todo proceso en que se halle involucrado el diseño, manufactura o comercialización de un producto, debe hallarse presente la tecnología del empaque.

D. **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. Una descripción de algunos aspectos fundamentales de cada uno de ellos se hace posteriormente al hablar de cada grupo de empaques/13,10,15.

E. **Tipos de Envases o Empaques/24,7,10**

Desde el 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:

1. Envases o empaques de papel

- Bolsas diversos tipos.
- Sacos multipliegos.
- Papeles para envolver.

2. 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.

3. Envases o empaques de metal

- Tarros de dos y tres piezas
- Láminas formadas, bandejas
- Foil de cubiertas
- Tapas y cápsulas para botellas
- Tapas para frascos.

4. Envases o empaques de vidrio

- Botellas
- Frascos de boca ancha
- Vasos.

5. Envases o empaques de madera

- Cajas
- Guacales.

6. Envases o empaques de fibras

- Sacos
- Mallas.

7. **Envases o empaques de plástico**

- Films o películas
- Bolsas de fibra plástica
- Envoltorios de fibra plástica
- Envoltorios de fibra plástica encogible y estirable.
- Envases o empaques termoformados
- Botellas y frascos
- Sellos y cierres
- Tubos
- Envases o empaques de fibra laminados combinados, bolsas, sobres y cápsulas.

F. **Clases de Envases o Empaques**

1. **Empaques de junco, bejuco, cañabrava, guadua, mimbre, hojas de palma, otros.**

a. **Aspectos generales**

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

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 empaquetar. Se utilizan para empaquetar frutas, hortalizas y otros productos.

Sobre esta clase de empaques, la FAO en su Programa de Cooperación Técnica para Colombia, mediante proyecto TPC/COL/2307 en el capítulo de recomendaciones menciona: "Uniformizar los empaques estimulando la venta por peso y dar mayor utilización a los empaques tradicionales como 'canastos', estudiando nuevos diseños de tamaño adecuado, que permitan el estibado y faciliten el manejo".

2. **Empaques de madera**

a. **Aspectos generales/15,11,9**

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 dimanen de su rígida estructura fibrosa, capaz de soportar un considerable manejo en forma deficiente sin que por ésto merme su función de empaque.

Sin embargo, la madera es un material natural, poroso 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. Su resistencia depende de la madera empleada, así como del corte y tratamiento posterior dado a las tablas. Los nudos, grietas, vetas, estructura morfológica y contenido de humedad también afectan su idoneidad como material para la construcción de recipientes.

El éxito en contener y proteger los productos alimenticios depende, en última instancia, del diseño del envase o empaque, si bien la elección de madera estructuralmente sana y con bajo contenido de humedad (por debajo del 20%) es esencial para que se asegure este éxito.

b. **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 es su demasiado peso.

La madera de coníferas y la madera blanda de árboles deciduos, tienen menos resistencia física que la madera de otros árboles.

c. **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 manipuleos.

3. Empaques de fibras naturales y artificiales/25,12, 11,8

a. 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.

A lo largo de la historia de la humanidad, la importancia de las fibras vegetales estuvo ligada a su utilización en la elaboración de hilos y tejidos. Al mismo tiempo, el desarrollo del comercio entre las regiones y naciones comenzó a demandar cantidades cada vez mayores de telas de empaque y sacos de constitución firme y sólida.

Con la generalización del comercio internacional, la disponibilidad de fibras tropicales permitió su utilización universal en la elaboración de tejidos para costales; fabricándose desde entonces muchísimas variedades de sacos, adecuados en su forma, peso y tamaño para ser compatibles con cada tipo de producto agrícola específico que debe ser empaclado.

Las características propias de los productos y las circunstancias en las cuales éstos debían movilizarse en el comercio interior y exterior, marcaron los requerimientos específicos que debía satisfacer cada tipo de costal, en lo referente a sus características, en cuanto a tamaño, peso y calidad. Zamosc/25, manifiesta que el factor más determinante en este contexto, ha sido el transporte a lomo de animal, vigente hasta hoy en el campo colombiano. Las mulas soportan una carga de 10 arrobas, equivalente a 125 kilos, que deben distribuirse por igual sobre ambos flancos del animal. Por esta razón, la mayoría de los costales de uso en el país, están diseñados para empaclar aproximadamente 60 kilos y el tamaño del saco, está en función de la mayor o menor densidad del producto empaclado.

b. Materias primas

1) 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 Henequen y el Sisal.

2) Sacos de fibra sintética

Hacia 1964, 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, en el sector de la cordelería y los costales.

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, ya que el polipropileno tiene mayor éxito, como sustituto del fique, que como reemplazo del papel y del algodón.

c. Características

Con relación a las fibras éstas se han clasificado en fibras duras y suaves. Las fibras duras, provenientes del Fique y el Henequen, 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.

Como característica de los costales o sacos que se fabrican en plástico tejido, es conveniente mencionar que las empresas elaboran dichos sacos plásticos, no solamente en

telares planos, sino también en telares circulares, lo cual elimina la necesidad de costura lateral e incrementa la resistencia del empaque. Los costales de polopropileno se ofrecen en diferentes tamaños y pesos, según las necesidades y pueden ser adicionalmente laminados en polietileno, con lo cual se agrega total impermeabilidad a la resistencia del tejido (para mayor detallar ver Cuadro No. 3).

d. Sacos o costales y su utilización

Entre los empaques que en la actualidad se utilizan en Colombia 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. Los costales o sacos, cuyo peso oscila entre 400 y 600 gramos, se emplean igualmente para empacar algunos granos, fertilizantes y otros alimentos. Los costales o sacos de tipo ralo, suelen pesar menos de 400 gramos y son utilizados para empacar tubérculos, hortalizas, leguminosas y frutas.

Los sacos plásticos han venido siendo empleados en el empaque de carnes para la exportación, fertilizantes, sales y productos químicos, semillas, cereales, oleaginosas, frutas, raíces y tubérculos, alimentos balanceados y otros. Además del costal plástico del tipo tradicional, las compañías de empaques han comenzado a producir también el empaque de malla de polipropileno, elaborado con telares especiales de tipo Vaschel, destinado al empaque de tubérculos, frutas y legumbres. Otro tipo de saco es el denominado "Costal de Polifique", el cual tiene incorporado urdimbres de polipropileno y tramas de fique, y fue diseñado para empacar cereales y granos.

En términos generales, el desplazamiento de las fibras de empaque y amarre por parte del polipropileno es parte del proceso universal de sustitución de filamentos naturales por filamentos plásticos.

4. Empaques de papel y cartón/15,24,1

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

CUADRO Nº 3: CARACTERÍSTICAS DE LOS DIFERENTES SACOS

TIPOS DE SACOS	P R O T E C C I O N C O N T R A							COMODIDAD DE		NOTAS
	DESCARRA- MIENTO Y ROTURA	GOLPES	COMPRESION EN APILADO	ABSORCION DE HUMEDAD	PENETRACION DE INSECTOS	CONTAMI- NACION	PERDIDA DE CONTENCION	MANEJO	DISTRIBU- CION	
YUTE	BUENA	BUENA	MUY BUENA	NULLA	NULLA	MUY MALA Y HAY TAMBIEN CONTAMINA- CION POR LAS FIBRAS DEL SACO	NO SON ADE- CUADOS PARA PRODUCTOS DE GRANO PE- QUEÑO.	BUENA	BUENA	DESCOMPOSI- CION BIOLO- GICA. ABRI- GO PARA IN- SECTOS. RE- TENCION DE OLORES.
SISOL	MUY BUENA	BUENA	MUY BUENA	NULLA	NULLA	MALA		BUENA	BUENA	
ALGODON PLASTICOS TEJIDOS	REGULAR BUENA SI EL TEJIDO ES ESPESO	REGULAR BUENA	BUENA MUY BUENA	NULLA SI SON DE TEJIDO ES- PESO OFRE- CEN ALGO DE PROTECCION	NULLA DAN ALGO DE PROTECCION SI SON DE TEJIDO ES- PESO.	MUY MALA BUENA	REGULAR, PERO SE ME JORA CON UN FORRO	REGULAR	BUENA BUENA	ADVERSARER- TE AFECTA- DOS POR LA LUZ ULTRA- VIOLETA. DIFICULTAD PARA COSER- LOS.
PAPEL	MALA	REGULAR, SI NO ES- TAN MOJA- DOS	REGULAR	MUY MALA, A MENOS QUE SE HAYAN INCLUIDO CA- NEALES A LA HUMEDAD	MUY MALA	REGULAR	BUENA, SI NO ESTAN DAÑADOS	MALA; APILADO INCOMODO		CONSTANCIA DE SU CALI- DAD.
PELICULA DE PLASTICO	MALA	MALA	REGULAR	BUENA, A MENOS QUE ESTEN DAÑA- DOS.	DAN ALGO DE PROTECCION	MUY MALA BUENA, SI NO ESTAN DAÑADOS	BUENA, SI NO ESTAN DAÑADOS	MUY MALA; APILADO INCOMODO	DIFICULTA- DES CUANDO EL CONTENI- DO SE DIS- TRIBUYE EN PEQUEÑAS CANTIDADES	DESFAVORA- BLEMENTE AFECTADOS POR LA LUZ ULTRAVIOLE- TA.

Fuente: Michael Jamieson y Peter Jobber. Manejo de alimentos. v. 2. Ed. Pax, México, 1975.

industria. Además se trata de un material biodegradable que no incrementa la contaminación ambiental. El papel, en su estructura actual, obtenido por la molturación de pulpa de fibras vegetales, es una invención china nada reciente; data del año 105 antes de nuestra era, y se debe a un Ministro de Agricultura o rama parecida que tuvo el Emperador No-ti de nombre **Tsai Lun**.

b. Tipos de papeles y cartones

En el mercado se encuentran los siguientes:

1) Papel kraft

Tiene 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. Esto influencia la operación y la resistencia mecánica del material.

2) 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.

3) Papel antigrasa

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

4) Papel semiquímico

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

5) Cartulina

Es el papel que tiene un peso base sobre 150 gr/m^2 , 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 se fabrica a partir de pulpa o con material de deshecho.

6) **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.

7) **Cartón sólido**

Está formado por multicapas de papel o cartón laminadas con adhesivos. En el medio, una capa de material virgen de primer grado, para obtener resistencia y presentación. Este cartón es compacto y da por lo tanto buena resistencia a la humedad.

8) **Cartón corrugado**

Los principales tipos de corrugados se presentan en la Figura 1. El de pared simple o doble cara está formado por tres capas estando las dos primeras, llamadas liners, separadas por una tercera llamada onda que constituye un medio ondulado. El calibre de la onda es de 1 a 5 mm. y está destinado a dar resistencia a la compresión. Las especificaciones y características de éstos se presentan en el Cuadro No. 4.

c. Especificaciones comerciales

En el Cuadro No. 5 se presentan las designaciones comerciales de los cartones y sus características fundamentales, al ser utilizados en la fabricación de cajas.

d. Usos

Los papeles, cartulinas y cartones, se transforman en bolsas, sacos, cajas plegadizas, cajas en cartón corrugado, tambores, etc., los cuales se utilizan en las más diversas formas y especificaciones para manejar una amplia y variada gama de productos.

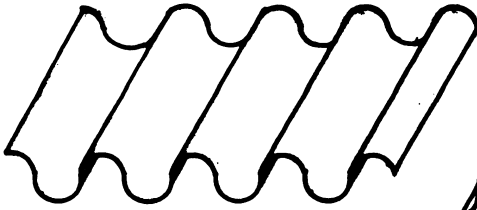
5. **Envases de hojalata/1,25,15,6**

a. Aspectos generales

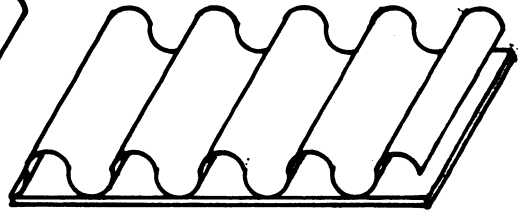
La hojalata, un material rígido e impermeable, está constituido por una delgada lámina de acero de bajo carbono, o acero suave; recubierta, en sus dos caras, por una capa muy delgada de estaño.

FIGURA I

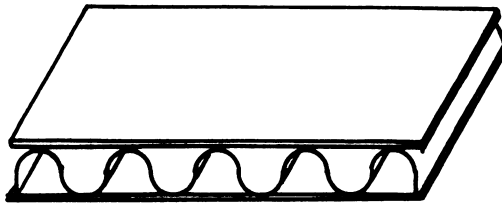
TIPOS DE CARTON CORRUGADO



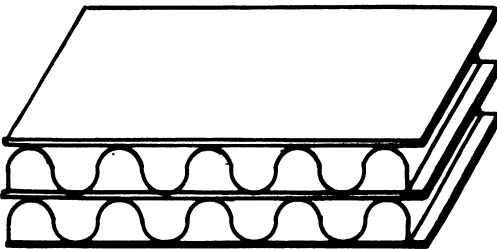
GRAFICA A
CARTON CORRUGADO



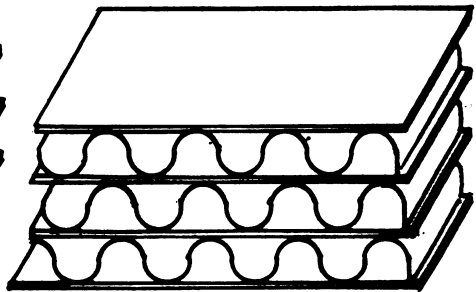
GRAFICA B
CARA SENCILLA



GRAFICA C
DOBLE CARA



GRAFICA D
DOBLE PARED



GRAFICA E
TRIPLE PARED (Especial)

FUENTE : ICONTEC - Norma 452 Cartón Corrugado

**Cuadro N° 4: Tipos de ondulaciones en Cartón Corrugado según norma 452
ICONTEC**

TIPO	ONDAS/METRO LINEAL	ALTURA DE ONDA (mm)
A	111-118	4.60 - 4.80
B	164-167	2.40 - 2.73
C	134-148	3.48 - 3.91
E	315 aprox.	1.19 aprox.

Cuadro N° 5: Requisitos de las Cajas Según sus Dimensiones y Tipo decartón corrugado

Designación	Peso máximo de la caja y su contenido (kg)	Suma máxima de las dimensiones interiores (largo, ancho, alto) (Cm)	Peso básico mínimo de los cartones planos (g/m ²)	Resistencia mínima al reventamiento del cartón corrugado (kgf/m ²)	Resistencia mínima a la compresión vertical del cartón corrugado (Kgf/cm)	Resistencia mínima al aplastamiento horizontal de cartón corrugado (Kgf/m ²)
C-2	9	100	250	-	4.5	2.0
C-4	18	150	300	-	5.5	2.0
C-6	26	175	350	-	6.2	2.0
S-5	26	175	400	11.0	-	2.0
S-7	40	230	670	15.0	-	2.0

Fuente: Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Norma N° 452 cartón corrugado.

La conservación de productos alimenticios mediante su enlatado en envases herméticos, con posterior proceso de calentamiento, fue descubierto por un cocinero francés **Nicolás Apper**, quien realizó sus experimentos entre 1795-1810, empleando vidrio y estaño como materiales de los envases.

En 1980 el inglés **Peter Durant**, patentó la utilización de recipientes de vidrio, loza y estaño, para la conservación de alimentos y **William Underwood** en 1820 comenzó en América (en Boston) la primera operación de conservación de productos alimenticios. A partir de 1920 el empleo del envase de hojalata para productos hortícolas y frutas se hace prácticamente en forma universal.

El aluminio se utiliza principalmente en la fabricación de envases, gracias a su blandura que ha hecho que se extienda su uso significativamente, aunque presente otras limitaciones. Las láminas delgadas de aluminio en la forma de "foil" se utilizan solas o en compuestos laminados gracias a sus propiedades, frente al medio y a los alimentos. (Ver tipos de envases metálicos Figura 2).

b. Características

Se considera que el envase de hojalata es el más seguro, creado por el hombre y, se considera como características los siguientes aspectos:

1) Es inviolable

Una lata no se abre en el supermercado o en la tienda. Sólo puede abrirse en casa, cuando el alimento va a ser consumido. De esta forma, no se contamina, no se daña y puede almacenarse sin riesgos durante mucho tiempo.

2) Hermético

El contenido de un envase de lata jamás entra en contacto con el aire, pues está herméticamente sellado. Nada puede penetrar en su interior. La seguridad de los alimentos contenidos en una lata, es total.

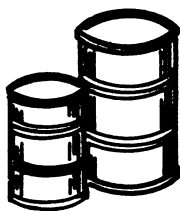
3) Resistencia

El envase de lata lo resiste todo, golpes, caídas, presiones, etc. Protege contra el medio ambiente,

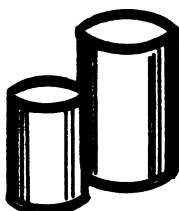
FIGURA 2

TIPOS DE ENVASES

ENVASES CILINDRICOS



DE TRES PIEZAS
CON REFORZADO EN EL CUERPO

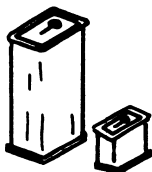


TRES PIEZAS CUERPO LISO

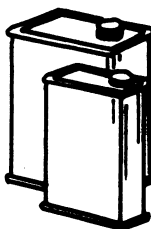


DE DOS PIEZAS
CIERRE DE FACIL ABERTURA

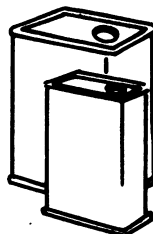
ENVASES RECTANGULARES



CON LLAVE



CON TAPA ROSCA

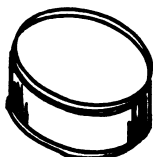


CON SELLO
DE NEWMAN

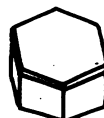
OTRAS FORMAS



TIPO SARDINA
RECTANGULAR



OVALADO



TIPO ESTUCHE

FUENTE: Tomado de Envasados y Empaques para la conservación de alimentos
Luis Guillermo Sarmiento. CIT - ANDI - COLCIENCIAS 1984

incluso contra los rayos de luz que también pueden dañar los alimentos.

4) Higiénico

Los alimentos envasados en lata, son los más higiénicos. Se esterilizan totalmente porque la lata resiste las más altas temperaturas; además, se envasan al vacío para eliminar cualquier posibilidad de contaminación.

5) Película aislante

Las paredes interiores de los envases de lata, tienen un cubrimiento especial para cada tipo de alimento, evitando que éstos entren en contacto con el metal.

6) Ideal

Por todas estas razones, un envase ideal para los alimentos, es el construido en hojalata. Porque es segura, protege su contenido y protege al consumidor. Recuerde: un alimento envasado en lata, es confiable y seguro.

c. Usos

Los envases de lata son utilizados para la conservación de los más diversos productos como frutas procesadas, jugos, salsas, carnes, lácteos y muchos otros.

En razón a que una parte considerable de la producción se pierde por deficiencias en la distribución y conservación, el envase de hojalata por sus características especiales, puede constituirse en salvaguarda de la preservación y distribución de alimentos y contribuir a la estabilización del sector agrícola.

6. Envases de vidrio/15,24,12,6,1

a. Aspectos generales

El vidrio se convierte en el material del hombre para su bienestar, su progreso y su hogar.

El vidrio, a pesar de que muchas veces no se es consciente de ello, rodea al hombre durante toda su vida. Desde la época de la lactancia cuando aparece el biberón, hasta los envases de las compotas, drogas, mermeladas, verduras,

jugos, leches, cremas, salsas, conservas, gaseosas, cervezas, licores y cosméticos, como también las copas, los vasos, los ceniceros, el vidrio plano de los espejos y ventanas, los vidrios planos de los espejos y ventanas, los vidrios del automóvil y muchos otros artículos.

El origen de la fabricación del vidrio, como de la mayoría de los descubrimientos, se debe a la casualidad. Es bien conocida la historia de Plinio que cuenta cómo unos comerciantes fenicios, náufragos, alcanzaron las playas de Siria cerca de la desembocadura del Río Belus y allí, sobre la arena prendieron fuego, ayudándose de unos bloques de salitre o cenizas de soda. El fuego fué prendiendo la arena con el salitre y de pronto, cuanta la leyenda, ¡apareció una corriente noble como si rodaran cristales o joyas fundidas!, era el vidrio.

b. Materias primas

Las materias básicas: arena, soda y caliza, que con el fuego son los elementos naturales con los cuales se puede producir el vidrio natural. Las materias primas menores: Sulfato, Arsénico, Nitro, Selenio, Cobalto, Carbón y Piritita, cumplen funciones de afinantes, oxidantes, decolorantes y colorantes, en la obtención del vidrio.

c. Características del envase de vidrio

Existen muchas razones que impulsan a la elección del vidrio como material de envase. Entre ellas tenemos:

1) Es limpio

Es fácilmente lavable, quedando siempre terso y resplandeciente.

2) Es atractivo

La luminosidad y transparencia del vidrio exaltan la belleza y calidad del producto envasado.

3) Es transparente

El vidrio promueve su propio contenido. Es la vitrina donde se exhibe el producto, mostrando claramente lo que contiene. Sirve al productor y defiende al consumidor.

4) Es protector

El vidrio mantiene inalterables los productos envasados. No absorbe ni transmite olores ni sabores extraños. Es una barrera segura contra gérmenes y contaminaciones.

5) Es cómodo

Los modernos sistemas de cierre permiten abrir y cerrar fácilmente un envase de vidrio. Facilita el uso del producto sin necesidad de cambiarlo de recipiente para evitar su alteración.

6) Es resistente

La moderna tecnología permite fabricar envases cada vez más livianos y resistentes.

7) Es práctico

Permite altas velocidades en las líneas de llenado. El producto envasado puede ser pasteurizado, esterilizado o liofilizado en el mismo envase.

8) Es tradicional

Hoy como siempre, la experiencia pide que se envasen en vidrio los productos más nobles. Esto lo saben los consumidores.

9) Es económico

Puede ser fabricado masivamente. Los modernos equipos pueden trabajar a altas velocidades con excelentes rendimientos.

10) Es multiforme

El envase de vidrio admite una amplia gama de variados diseños, funcionales, estéticos.

11) Es reciclable

El vidrio puede ser completamente reciclable y reusable. Por lo tanto contribuye a que no se desperdicien

recursos naturales, ahorra energía y contribuye al control ecológico, por lo cual no es crítico a la contaminación del medio ambiente.

d. Usos

Básicamente los envases de vidrio son de boca angosta (botellas, frascos) y de boca ancha (Ver Figura 3) y se utilizan para conservar los más diversos productos procesados como frutas y hortalizas, pulpas, pastas, jugos, mermeladas, aceites de consumo humano, bebidas y muchos más.

Los envases de vidrio tienen unas pocas desventajas pero todavía son el estándar en la industria de alimentos e identifican la calidad.

Analizando el diagrama de funciones y requisitos de los envases, se puede ver cómo el vidrio cumple ampliamente todos ellos, pues el vidrio sigue siendo uno de los materiales más nobles y aptos para envases y muy especialmente de productos alimenticios.

7. Envases plásticos/1,7,22,15

a. Aspectos generales

Lo malo del plástico es que nos hemos acostumbrado a él. Un inventario de la oficina o el hogar mostrará hasta que punto la vida moderna ha sido impulsada por la era de los plásticos. Todo se está haciendo ahora de plástico.

El uso de los plásticos en la fabricación de envases ha aumentado rápidamente en los últimos años.

Este incremento es especialmente detectable en otros países, donde gran parte del desarrollo de la industria del envase se ha concentrado en el uso del plástico como materia prima.

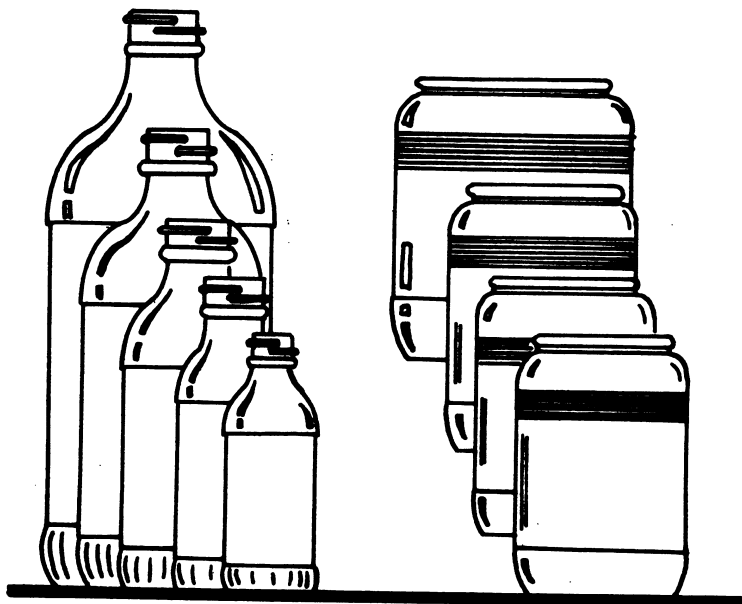
La existencia de diferentes materiales plásticos con diferentes propiedades hacen que sea posible esta gran dinámica de crecimiento.

El uso de combinaciones de diferentes materiales plásticos aumentan las posibilidades de sus usos y aplicaciones.

FIGURA 3

TIPOS DE ENVASES DE VIDRIO

FORMAS DE ENVASES



**BOCA
ESTRECHA**

**BOCA
ANCHA**

b. Principales plásticos

La caseína es uno de los plásticos más antiguos derivados de la leche. Hoy se encuentra en el mercado gran cantidad de plásticos que reciben su nombre de acuerdo con las sustancias básicas componentes. Así se tienen: fluorocarbonos, poliestireno, polipropileno, resinas acrílicas,, resinas celulósicas, polietileno, poliuretano, resinas, fenólicas, melamina, policarbonatos. Cada plástico tiene diferentes aplicaciones y se utilizan en mangueras, envases, cajas de batería, papeleras, protectores para pantalla de T.V., películas fotográficas, timones de automóviles, aislantes, colchones, aparatos telefónicos, vajillas, mangos para herramientas, joyas de fantasía, cepillos, colchones, llantas, en fin, una lista interminable desde objetos de recreación hasta instrumentos para salvar vidas humanas.

c. Propiedades

Las principales propiedades de los plásticos se presentan en el Cuadro No. 6 y se comparan con las de otras materias primas flexibles, empleadas para producir empaques o envases.

d. Usos

Los diferentes plásticos se utilizan para empa-car los más diversos productos como: leches, mantequilla, frutas, pulpas, jugos, cereales, pescados, carnes, quesos, mermeladas o aceites, harinas, pan, helados, pinturas, aceites para maquinaria, combustibles, etc. Se puede decir que en estos materiales se empa-can toda clase de productos, se fabrican o producen.

G. Diseño de Envases o Empaques/3,11,12,15

El diseño de envases o empaques es probablemente una de las funciones menos entendidas y menos controladas. Esta situación desafortunadamente se origina en el hecho de que empa-car "parece" ser simple y todo lo que se necesita es poner en un envase o empaque un producto.

La experiencia demuestra que se debe desarrollar un envase o empaque específico para un producto específico. Este debe cumplir con un conjunto pleno de condiciones, servir en algún clima definido y funcionar durante un período específico del tiempo. Si es verdad que las generalizaciones acerca del

Cuadro N° 6: Comparación de propiedades de materiales flexibles para envases y empaques

	Durabilidad	Convertibili.	Impresibili.	Cierre Térmico.	Vapor de agua.	Resistencia a				
						Trans. de Gases.	Olores	Humedad	Grasos	Productos Químicos
Poliétileno	6	6	6	6	7	3	3	10	5	10
PVC	8	6	5	4	2	5	5	9	8	6
Cloruro de vinilo	9	4	5	4	10	8	8	10	8	8
Poliésteres	10	4	6	2	4	6	8	10	8	10
Celulosa regenerada (P)	2	10	10	0	0	6	6	0	10	3
Celulosa regenerada (gr. MS)	2	10	10	4	5	6	6	2	10	2
Celulosa regenerada (gr. MXXT)	2	10	10	4	6	9	9	4	10	3
Poliétileno MS celulosa laminada	7	8	10	8	8	8	8	6	6	8
Acetato de celulosa	4	10	8	0	0	0	2	6	6	3
Caucho clorado	6	6	6	6	5	5	6	10	8	6
Papel kraft	4	10	10	0	0	0	0	4	0	0
Papel sulfito	3	10	10	0	0	0	0	4	0	0
Papel glasine	2	8	10	0	0	3	3	2	4	2
Papel cerecinado	3	6	10	6	5	2	2	8	5	5
Papel glasine cerecinado	2	6	10	3	4	5	4	5	6	4
Papel con barniz de poliétileno	6	8	8	10	7	3	3	6	5	7
Papel barnizado con copolímero de cloruro de vinilideno	4	8	8	8	8	8	8	6	8	7
Aluminio (foil de 0.009 mm)	1	4	6	0	6	7	7	10	10	5

La calidad está graduada de 0 a 10 siendo 10 la óptima.

P = No a prueba de agua.

MS = Sellado a calor con nitrocelulosa por ambos lados.

MXXT = Recubierto con copolímero por ambos lados.

Fuente: Tomado de envases para alimentos industrializados. CORFO-Chile, 1977.

empaques carecen de significado pueden aplicarse con efectividad, algunas consideraciones para determinar empaques para productos específicos. Se debe recordar que un buen empaque debe:

- Proteger el producto.
- Contener el producto en las cantidades convenientes.
- Mantener bajos los costos de comercialización.
- Anunciar y estimular la compra del producto.
- Proporcionar al comprador información necesaria.
- Ayudar a vender el producto.
- Ayudar a las ventas de otros productos de la línea.
- Reducir el monto de bienes devueltos.

1. Interrogantes sobre envases o empaques

Cuando se van a diseñar envases o empaques conviene tratar de dar respuesta a los interrogantes siguientes:

a. El empaque en el hogar o lugar de uso

- El empaque es destruido inmediatamente?.
- El empaque es usado para guardar el contenido hasta que se terminan?. Cuánto dura este período?.
- Debe tener el empaque un distribuidor?.
- Cuál es la cantidad media del contenido que se utiliza cada vez?.
- Está el empaque diseñado para volverlo a usar?.
- Se puede devolver el empaque?.
- Dónde se almacena el empaque?. Antes de usarlo?. Durante el uso?.
- Dónde se usa el empaque?.
- Se usa después el empaque para guardar otro material?.
- Qué efecto tiene lo anterior en el tamaño, color, material?.

b. El empaque en el almacén

- Qué tipos de almacenes venderán el empaque?.
- A qué clase de consumidores sirve?.
- Debe hacer el empaque la mayor parte de la venta?.
- El empaque forma parte de la exhibición?.
- A qué distancia se debe identificar el empaque?.
- Cómo se logra la identificación del contenido?.
- Cuál es la tasa de rotación?.

- En qué se guarda el empaque en el espacio de venta?.
- Cómo se manipula el empaque en el local de venta?.
- Qué se puede hacer para simplificar el manejo de los empaques?.

c. El empaque en tránsito

- Cómo se envía el empaque?. Qué tipos de acarreadores lo hacen?.
- Se usan cajas de cartón o canastos estándar?.
- Cómo afectan estos factores las dimensiones?.
- Qué medidas de protección se requieren contra la temperatura, la humedad, las sacudidas, el hurto y los parásitos?.
- Tienen los acarreadores algunas recomendaciones o estándares a considerar?.

d. El empaque en el depósito

- Cómo se almacena el empaque?.
- Cómo se manipula?.
- Cuáles son las unidades usuales de envío?.
- Cómo se hacen los inventarios?.
- Cuánto tiempo está depositado el empaque?.
- Qué medidas de protección se requieren?.

e. El empaque en la planta

- En qué forma se recibe el empaque?. Cantidades?.
- Dónde se almacenan los vacíos?.
- Cuáles son los métodos para llenar y rotular?.
- Qué tipos de máquinas se usan?.
- Qué categorías de empleados se ocupan?.

f. El empaque y otro diseño en la consideración de la producción

- Hay marcas registradas?. Color?. Tipografía?.
- Problema de diseño artístico?.
- Hay costumbres establecidas en la industria, que afectan los empaques?.

g. El empaque y la ley

- Qué exigencias del gobierno existen respecto a tamaños, descripción de contenido, clases?.
- Qué costumbres comerciales existen en la industria?.
- Qué información de patentes se exige?.

2. Clases de diseño

Atendiendo a una de las definiciones mencionadas antes, dice que: "el empaque debe vender lo que protege y proteger lo que vende", se abren para el diseñador dos campos muy bien definidos: el diseño estructural y el visual. Mientras el primero se concentra en dar al empaque una estructura suficientemente sólida como para que el producto se conserve en óptimas condiciones hasta llegar a manos del consumidor final, el segundo se dedica a conquistar al cliente, actuando a manera de un "vendedor silencioso".

En el diseño estructural actúan elementos afines a la ingeniería, la química, la física, las matemáticas; en otras palabras, se habla de estructuras, resistencias de materiales, formas, pesos específicos, reacciones químicas, etc. El diseño visual en cambio, se concentra en los aspectos gráficos del empaque, color, brillo, letras, logotipos, etc.

3. Estructura, forma y material

Dentro del estudio y la práctica del diseño industrial, se tienen en cuenta procesos que se fundamentan en el análisis de la estructura, la forma y el material. Un empaque es en realidad una estructura con determinada forma y que para existir debe concretarse en un material.

a. Estructura

La estructura de un empaque depende de su uso posterior; habrá que considerar factores tales como la forma, posición, fragilidad del producto, su apariencia física (sólido, líquido, gaseoso), qué esfuerzos tiene que soportar, de qué riesgos hay que protegerlo, por ejemplo de los ambientales (calor, frío, agua, humedad, presión atmosférica), de los físicos (choques, compresiones, vibraciones).

El concepto de la estructura debe tenerse muy en cuenta, particularmente en el caso de los embalajes de

cartón, plástico y madera, ya que se supone que tales empaques deberán recorrer grandes distancias, permanecer almacenados largo tiempo y sufrir repetidas manipulaciones, como en el caso de los productos para exportación.

b. Forma

La forma del empaque puede considerarse desde dos puntos de vista: estructural o visual. En el primer caso, la forma puede contribuir a dar mayor resistencia al empaque: formas cilíndricas, cúbicas, etc. En el segundo caso, el visual, la forma del empaque puede llegar a constituirse en un verdadero argumento de venta y ser el principal atractivo que decida al consumidor a efectuar la compra, simplemente porque despierta su curiosidad o deseo de cambio e innovación (formas esféricas, pirámidales, ovaladas, etc.).

La forma determina también el ambiente del producto: artículos para aseo, industriales, alimenticios. O clasifica el ambiente del consumidor: infantiles, intelectuales, masculinos, femeninos.

c. Material

Es obvio que el conocimiento de los materiales es de primordial importancia en el diseño de un empaque, tanto desde el punto de vista estructural como del visual.

La escogencia del material adecuado requiere un proceso de análisis que se basa en los siguientes criterios:

1) Criterios de selección de un material

Entre otros, suelen tenerse en cuenta tres criterios para seleccionar un material de empaque: características, disponibilidad y costo. Aunque los tres criterios son de innegable importancia, la práctica de la ingeniería del empaque ha enseñado que existe un orden de prioridad entre ellos, que es el que se utiliza a continuación:

a) Características

En el diseño estructural, y dentro del marco de un buen control de calidad, es comprensible que si una de las funciones del empaque es la de brindar la mejor protección posible al producto contra los más variados ries-

gos, deben considerarse por sobre todo las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales.

Al supeditar incondicionalmente el criterio de "características del material", a los otros dos criterios, disponibilidad y costo, se puede caer en el error fatal de diseñar un empaque con los materiales más baratos y de más fácil adquisición, pero con propiedades mediocres que desde luego no van a brindar adecuada protección al producto.

b) Disponibilidad del material

Además de las propiedades de los materiales, debe atenderse a su disponibilidad en el comercio. Si no existe un material en el comercio local, pero sus características lo hacen óptimo, puede pensarse en obtenerlo en otro mercado nacional, o aun en importarlo si es el caso, teniendo presente que si el producto es para la exportación, vale la pena utilizar el llamado "Plan Vallejo" para la importación del material de empaque.

c) Costo del material

No se puede negar que es éste un factor muy importante para ser tenido en cuenta desde un principio, tanto en el diseño como en la fabricación de un empaque, ya que ~~el costo de éste va a determinar el costo final del producto.~~ Sin embargo, como en el caso de la disponibilidad, no puede el costo ser el criterio prioritario, porque de nuevo se sacrificarían aquellas propiedades del empaque que van a proteger el producto, por las de costo bajo y fácil disponibilidad.

El mayor error que podría cometer un diseñador sería el de ~~diseñar empaques baratos para satisfacer al usuario,~~ pero en detrimento de la protección del producto. Es posible que inicialmente las ventas tengan éxito debido al precio bajo del conjunto empaque/producto, pero a la larga el consumidor se dará cuenta de que un "empaque barato" suele no proteger bien al producto y terminará por comprar a mayor precio el producto de la competencia. Se cumple el dicho de que "lo barato sale caro".

Hablando con sentido práctico, el diseño y construcción de los envases o empaques deberá ser siempre un término medio entre la protección total y el costo implicado en alcanzarla.

4. Empaque diseñado para el transporte

Cuando se diseña un embalaje destinado a soportar largos y variados transportes, debe tenerse en cuenta una serie de factores, considerando las tres modalidades más usuales, vía terrestre, aérea y marítima.

a. Capacidad vehicular

La capacidad en los medios de transporte debe ser tenida en cuenta por el diseñador de un producto para que éste pueda adaptarse posteriormente a las diferentes alternativas de solución.

1) Vía terrestre

Se consideran principalmente dos tipos de transporte: camión y ferrocarril. Los datos sobre la capacidad en ambos medios se obtienen fácilmente con las empresas transportadoras. El motivo principal para que el diseñador o ingeniero de empaques deba conocer estos datos es el de que con ellos puede diseñar un embalaje que cope al máximo la capacidad del vehículo, evitándose así el pago de fletes excesivos.

2) Capacidad por vía aérea

Es útil conocer no solo la capacidad con que se cuenta dentro de un avión, sino también otros datos como son las dimensiones de las puertas, la forma de la cabina, los sistemas de manipulación, las condiciones de temperatura y presión internas, etc.

3) Capacidad por vía marítima

Las bodegas de los barcos suelen permitir el almacenamiento de carga a grandes alturas y por tanto con gran acumulación vertical de masa, factores que cambian las condiciones de diseño de una caja o huacal.

b. Materiales de empaque según el medio de transporte

Los materiales para un empaque no se pueden seleccionar sin antes conocer detalladamente la vía de transporte que va a ser empleada. Normalmente por vía aérea se aconseja el uso de cajas de cartón corrugado.

Por vía terrestre se puede utilizar también el cartón corrugado o la madera según el tipo de producto. En cambio por vía marítima, las cajas de cartón corrugado deben unificarse y protegerse con huacales de madera, o emplear directamente cajas de madera.

c. Fuerzas desarrolladas durante el transporte

Las fuerzas estáticas compresoras originadas en un arrume de carga, se convierten en dinámicas por el movimiento de los vehículos de transporte. Es así como pueden ocurrir fuerzas verticales, longitudinales y laterales.

1) Fuerzas verticales

Se originan cuando las ruedas de los vehículos pasan por huecos, promontorios o desperfectos de la carretera, en el caso de un camión, o al tocar la pista un avión o caer en un vacío o turbulencia. En estos casos se desarrollan fuerzas verticales superiores a las estáticas las cuales pueden destruir un empaque y consecuentemente el producto.

2) Fuerzas longitudinales

Se denominan así las desarrolladas en el mismo sentido del movimiento del vehículo, especialmente cuando éste acelera o frena. Dichas fuerzas tienden a distorsionar los embalajes cambiándoles su forma rectangular.

3) Fuerzas laterales

Se presentan en sentido transversal a la dirección del movimiento, siguiendo las leyes de la fuerza centrífuga originada por las curvas. También tienden a distorsionar los embalajes cambiándoles su forma rectangular.

5. Categorías de empaques

La mayoría de los proyectos para diseño de empaques se pueden clasificar en tres áreas:

- a. El rediseño de un empaque o de una línea de antiguos empaques.
- b. El diseño de un empaque para un nuevo producto.
- c. El diseño de un recipiente para un producto que nunca antes ha sido empacado.

a) Rediseño

Cuando se ha determinado que los empaques necesitan ser rediseñados se debe tomar la decisión; ¿Se debe eliminar completamente el modelo presente arriesgándose a afrontar las consecuencias de una pérdida temporal en la identificación y familiaridad del artículo por parte de los consumidores? ó ¿es más prudente mejorar el estilo antiguo, manteniendo los principales aspectos del empaque que ha creado la relación del producto con el público consumidor?. Ante esta situación solamente hay una alternativa pero el diseñador puede ayudar a tomar la decisión evaluando el antiguo empaque y su efecto actual.

En estos casos, un análisis profundo de las debilidades del formato existente y la voluntad para romper con los viejos prejuicios y tradiciones, son los factores claves para el éxito del rediseño.

Igualmente se debe recordar que algunos empaques especialmente aquellos producidos al azar, son tan malos que obstaculizan las ventas.

El color, el logotipo, el estilo y el tipo de letra pueden crear una nueva personalidad visual del envase dirigida hacia el mercado.

El diseño básico colocado en todos los empaques de la línea, aseguran así una posición de figuras al exhibir los productos en el mercado.

b) Mejoramiento

Algunos problemas más delicados surgen cuando se cree que un empaque podría ser mejorado, pero se sabe que su marca de fábrica está tan bien establecida con el público comprador que es arriesgado hacer cambios drásticos. En otras palabras, se desea cambiar el empaque sin que sea notado. Generalmente, las compañías que tienen indudable supremacía en el mercado y que ya han lanzado programas de planeación y desarrollo de productos con resultados muy buenos, son las que se encuentran con este problema. Lo que se desea, es mantener en vez de conseguir el predominio.

En estos casos, el primer paso es definir aquellos elementos que identifican la marca. Los diseñadores pueden establecer que el color de la etiqueta, el logotipo y

una insignia asociada con la compañía pueden ser los factores más importantes que se deben conservar en el nuevo diseño.

Así pues, en el rediseño, la combinación de colores existente haciéndola más precisa y más intenso uno o varios de ellos y cambiando la relación de espacio entre ellos, alteraciones imperceptibles, pueden hacer más definida la impresión de claridad y de limpieza, logrando un mejoramiento y una apariencia más moderna del empaque, pueden ser los resultados finales.

En esos y otros cambios el nuevo empaque puede aparecer en el mercado y es muy probable que los consumidores no hayan notado el cambio. Por lo tanto, el objetivo debe ser un mejoramiento sutil y no un cambio total.

Para este tipo de rediseños de empaque, se debe recordar que hay una serie de demandas completamente diferentes, que la persona responsable por el rediseño debe tener en cuenta. En lugar de pasar por alto el prejuicio y la tradición, el diseñador debe representarlos aun cuando éstos violen los principios establecidos en las artes gráficas. En lugar de originar nuevos diseños, debe conservarse y mejorar los antiguos.

c) Nuevos productos

En este caso se debe decidir si se va a diseñar un nuevo empaque o si se va a utilizar el antiguo cada vez que se saca un nuevo producto al mercado. La decisión debe depender de algunos factores ¿Debe el nuevo producto formar parte de una "familia de productos", o se va a lanzar independientemente de los otros a comercializarse por sus propios méritos?. ¿Cuán bueno es el diseño del antiguo empaque?. ¿Es apropiado a la naturaleza del nuevo producto?. Si la decisión se hace a favor del nuevo empaque, es usualmente recomendable mantener algunos elementos que relacionen el nuevo producto con la línea existente, con la adición de algunos factores que muestren sus características particulares.

En el desarrollo de nuevos empaques, lo mismo que en el desarrollo de un nuevo producto, el rígido análisis requerido para llegar a una solución, a menudo tiene un efecto estimulante en el formato establecido. Pueden enfrentarse al problema de si es conveniente rediseñar de nuevo toda la línea o solamente el nuevo empaque. Frecuentemente, se llegará a la conclusión de que el nuevo estilo para la línea total será eventualmente necesario, y el problema viene a ser

más bien de tiempo. Bajo estas circunstancias el nuevo producto tiende a precipitar un programa total de empaques para la firma.

1) Productos que empiezan a empacarse

Antes de enfrascarse en el programa de diseño se debe realizar un estudio extensivo de hábitos de compra del consumidor y determinar qué clase de envase se adaptaría mejor a sus necesidades. Entonces, el éxito o fracaso del diseño de un empaque en un nuevo campo depende no sólo del empaque en sí mismo, sino también de la necesidad y deseo de los consumidores y comerciantes, poniéndose énfasis en el hecho de que el diseño de empaques tiene amplias ramificaciones en el mercadeo de un producto.

6. Los elementos del diseño

La evaluación de un diseño no es una tarea fácil, y los ejecutivos están propensos a decir: "yo no soy un Rembrandt, pero éste me parece bueno", sin pensar seriamente en el asunto. Sin embargo, se identificarán los componentes más importantes y juzgarán cada uno separadamente, encontrarían más fácil llegar a una decisión buena y acertada de si se debe aprobar o no el diseño. Cada empaque es una combinación de ciertas partes definidas. Las más importantes son: la marca de fábrica, el logotipo y la copia.

a. La marca de fábrica

No todos los empaques tienen una marca de fábrica, pero se debe decir con algo de dogmatismo que todos deberían tenerla. Uno de los requisitos legales de una marca de fábrica registrada es que sea distintiva, pero esto es importante no solamente porque protege a la compañía de los imitadores que quieren aprovecharse de la inversión de la empresa en la colocación del producto en el mercado. Si está bien diseñada, la marca de fábrica sirve para establecer en la mente del público el nombre de la compañía y el artículo exacto -otorgándole una personalidad única e individual- indica la naturaleza del producto o de la línea, y proporciona un motivo visual que puede ser utilizado para todos los productos de la compañía.

Es verdad, por supuesto, que muchas marcas de fábrica bien establecidas están muy lejos de ser perfectas, pero se debe recordar que ellas tienen éxito a pesar de sus deficiencias, no por razón de ellas mismas. Muchas de ellas

se originaron hace muchos años cuando la competencia no era tan fuerte y el arte del diseño no muy avanzado; el uso y el tiempo les dió valor, pero las nuevas marcas de fábrica no pueden esperar tales auxilios. Para la selección de una marca de fábrica, la experiencia ha establecido tres criterios:

1) Un símbolo eficaz debe ser distintivo en forma y modelo, de tal manera que llamare la atención en cualquier lugar que se exhibido.

2) Debe expresarse una idea; los diseños "bonitos" sin un sentido apropiado pueden parecer muy buenos en el tablero de dibujo pero nunca venderán nada en el mercado.

3) Debe ser flexible, es decir, adaptable a una gran cantidad de medios publicitarios.

b. El logotipo - la rúbrica

La rúbrica de una compañía o producto -el logotipo- muchas veces puede ser también una marca de fábrica, y por tanto, muchas de las reglas se aplican a éste. Por consiguiente, debe ser creíble, expresiva, única y apropiada al carácter de la compañía.

Por encima de todo debe ser utilizable en todos los medios de publicidad visuales-camiones, membretes, carteles, productos diferentes, cartones y recipientes para envío y, por supuesto anuncios.

Sin embargo, el sentido común nos dice que si una compañía pone su firma o rúbrica de tres modos diferentes en tres medios diferentes, la totalidad de su efecto visual es disipada en la mente del público, y el efecto del medio particular en el cual estamos primariamente interesados aquí el empaque, es viciado.

El logotipo, por sí mismo, tiene ciertos problemas. Se debe pedir al diseñador un balance entre dos requerimientos en conflicto -distinción y legibilidad- y el problema se complica por el hecho de que lo que el ojo humano lee es la apariencia visual total de la palabra y no las letras individuales. Un nombre que todos pueden leer puede ser tan fácil de leer que le falta individualidad e imaginación, y pase sin ser notado o recordado. Esto es verdad particularmente en los nombres cortos de tres o cuatro letras que son hoy tan populares en los productos para el consumidor. Por otra parte,

puede ser tan diferente o complicado que no es fácilmente descifrable en ese segundo fugaz que es observado por los ojos del consumidor.

c. La copia

Tradicionalmente, "la copia es la ruina del diseñador". El diseñador tiende a eliminar todo el escrito que cree innecesario porque piensa que son las figuras y los símbolos los que venden el producto y que el escrito no juega ningún papel en ésto. El encuentra oposición de dos fuerzas poderosas - la agencia de publicidad que es tradicionalmente orientada hacia las palabras, y el ejecutivo que casi siempre piensa que en la proporción en que utilice las palabras está su probabilidad de venta.

La solución para esta controversia está en recordar que el empaque es esencialmente un medio visual, aun cuando incidentalmente sea también otra cosa. El vendedor, el autor de la copia para publicidad, y el experto en promoción de ventas comunican sus ideas por medio de palabras; pero el empaque, si es algo, debe ser primero que todo y principalmente, una imagen que traslade esas mismas ideas a una forma gráfica. Cuanto más simple, más clara y más universal sea su imaginación, más efectivo será. Esto quiere decir y debe indicar la eliminación de todo aquella parte de la copia que no sea esencial.

"Lo más esencial" es la frase clave. Obviamente, el empaque debe tener una cierta cantidad de escrito, debe reproducir la marca del producto y el nombre de la compañía. Debe describir el producto. Y -si está bajo las regulaciones del "Pure Food and Drug Act" - debe incluir la lista de sus ingredientes y cualquier prevención con respecto a su uso. Nadie negaría que debe contener también al menos una línea de "copia con el objeto de vender".

Dada esta situación el problema del diseñador consiste en cortar y podar la copia hasta alcanzar sólo el mínimo necesario, escogiendo únicamente aquellas palabras que mejoran el efecto visual del empaque como un todo. No se pueden establecer reglas formales en este caso; el balance correcto será determinado en cada situación particular por la relación entre la demanda del escrito y los requerimientos de un buen diseño.

H. Símbolos en Empaques y Embalajes

Existen una serie de símbolos para ser colocados en empaques y embalajes destinados al transporte y cuyo fin principal es el de contribuir a la protección y conservación de la carga especialmente cuando ésta va a ser sometida a diferentes manipulaciones, almacenamiento, transbordos, cargues y descargues, etc., a lo largo de su recorrido entre el productor y el consumidor.

El problema principal radica en el poco o ningún cumplimiento que en la práctica se le da al significado de los símbolos. Uno de los factores que suelen analizar las compañías de seguros antes de decidirse a pagar los daños sufridos por la carga de sus aseguradores, es el fiel cumplimiento que se le haya dado a las normas sobre colocación de los símbolos internacionales (ver Figura 4).

I. Control de Calidad/19,8,23,3,2

Cuando se afirma que el embase o embalaje para un producto de exportación debe ser de óptima calidad, no se circunscribe esta norma solamente al material o recipiente sino que abarca todo el amplio universo del empaque. Calidad en su diseño estructural y manufactura, almacenamiento, transporte y manipulación; calidad en su diseño visual y hasta en el argumento de venta para atraer al cliente.

Buena imagen no se consigue únicamente a base de publicidad; la reputación del producto hay que respaldarla con buena calidad, pero también hay que cuidar la apariencia exterior, la que se halla a cargo del empaque. Parafraseando un antiguo refrán, se podría decir que "un producto no solamente debe ser bueno sino que también debe aparentar serlo". Y es precisamente el empaque de buena calidad el que le puede prestar esta apariencia al producto.

1. Riesgos y pérdidas

Si el empaque debe cumplir con todas las anteriores funciones, es obvio que su importancia en la conservación de la calidad del producto es vital y de ahí el énfasis que debe dársele al control de calidad del empaque mismo. Pero este control no puede ejercerse en forma útil si no se conocen los riesgos de toda índole a que va a estar sometido un empaque, en particular el de exportación.

FIGURA 4

EMPAQUES Y EMBALAJES

SIMBOLOS INTERNACIONALES



GRAFICO 1- Delicado, manéjese con cuidado.

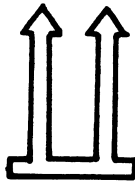


GRAFICO 3- Este lado arriba.

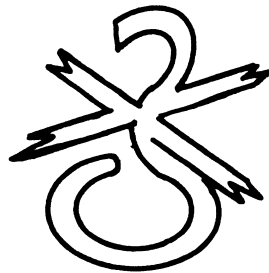


GRAFICO 2- No use ganchos.



GRAFICO 5 - Cadena aquí.

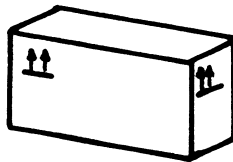


GRAFICO 3A - Ejemplo de aplicación de la gráfica 3.

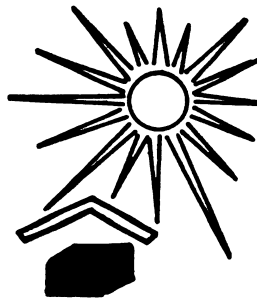


GRAFICO 4 - Manténgase alejado del calor.

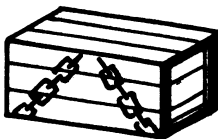


GRAFICO 5A - Ejemplo de aplicación de la gráfica 5.



GRAFICO 6 - Manténgase seco.

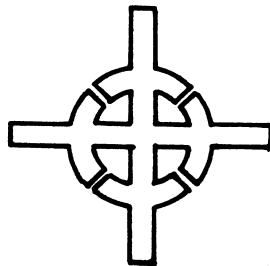


GRAFICO 7 - Centro de gravedad

Lamentablemente no es posible todavía mencionar cifras sobre las pérdidas sufridas hasta el momento por los exportadores colombianos; tal vez estas cifras no existan. Pero sí conocemos algo sobre la magnitud del problema en los Estados Unidos en donde tales pérdidas se han estimado en más de cinco mil millones de dólares al año. En Colombia las compañías de seguros tienen la palabra para iniciar un estudio sobre la materia.

Los riesgos más graves los sufre un empaque durante el cargue, descargue y manipulación en puntos de transición como son: fábrica a bodega, bodega a muelle, muelle a barco, barco a muelles, muelle a bodega, bodega a cliente. A éstos hay que añadir los transportes intermedios por camión y ferrocarril. Es importante mencionar aquí los transbordos con equipos inadecuados o mejor, a veces sin equipo, que muchas veces traen como consecuencia la desintegración de la unidad de carga.

Otros riesgos a que se somete un empaque son aquellos producidos por fuerzas verticales, horizontales y combinadas provenientes del sistema de transporte. Por ferrocarril, estas fuerzas son horizontales y se deben a los enganches de los vagones y a las continuas aceleraciones y desaceleraciones por camión, las fuerzas tienen un sentido vertical y se originan cuando las llantas de los vehículos pasan por los huecos o promotorios del pavimento. Dentro de los barcos, las fuerzas se presentan combinadas.

2. Otros riesgos no menos importantes podrían resumirse así:

- El arrume indebido en las bodegas
- Los cambios de temperatura
- La lluvia, cuando las mercancías se almacenan a la intemperie.
- El mal trato dado a la carga por personal poco calificado
- El robo y los saqueos constantes en puertos y bodegas.
- La humedad, especialmente en los países tropicales y cuyos primeros desastrosos efectos se notan en la pérdida de la resistencia al arrume que sufre el cartón corrugado.

Y en esta forma se podrían enumerar muchos otros riesgos a que se halla sometido un envase o embalaje durante una travesía que puede a veces durar varios meses.

3. Pruebas de control de calidad

La tecnología del empaque ha adoptado pruebas específicas que son hoy día ejecutadas por los laboratorios y talleres de los institutos y centros de empaque de los países más desarrollados, así como por los fabricantes de materiales.

Se pueden distinguir dos tipos: (1) Pruebas de laboratorio (físicas y químicas), realizadas en los materiales para empaque. (2) Pruebas de taller (mecánicas) a que se someten los envases o embalajes ya construidos (manufacturas).

Como sería interminable la descripción de tales pruebas, se enumeran a continuación algunas de las más importantes:

a. Pruebas de laboratorio (materiales)

- Resistencia al impacto - ASTM D 1709
- Tensión y enlogación - ASTM D828, D882
- Transmisión de vapor de agua - ASTM, E96, Método E.
- Transmisión de gases - ASTM D1434
- Resistencia al reventamiento - ASTM D774, D2529, D2738.
- Resistencia al dobléz - ASTM 2176
- Resistencia a la comprensión - ASTM D1164
- Resistencia a la grasa - ASTM D722.

Las anteriores pruebas se ejecutan sobre diferentes materiales de empaque como papel, cartulina, cartón corrugado, plásticos, láminas, fibras, etc.

b. Pruebas de taller(Empaques)

Se pueden considerar dos clases: pruebas de taller y pruebas de campo.

1) Pruebas de taller

Son aquellas efectuadas dentro de un laboratorio y que en general simulan los riesgos a que va a ser sometido ese empaque. Existen pruebas de presión, caída libre, trepidación, vibración, manipulación repetida, tambor giratorio, etc. Los empaques son también probados en cámaras adecuadas a temperaturas y humedades tropicales o lluvias artificiales, irradiaciones ultravioletas, ambientes salinos.

2) Pruebas de campo

El control de calidad de un empaque no se limita al laboratorio o taller de pruebas. Se suelen organizar ensayos de utilización destinados a verificar si el empaque en condiciones excepcionalmente duras pero reales, es satisfactorio. Para realizar estos ensayos se envían los envases y embalajes con carga real a diferentes regiones, por toda clase de vías y en distintos medios de transporte, para luego, al recibirlos nuevamente en el laboratorio, someterlos a rigurosos análisis y evaluaciones.

4. Sellos de calidad

En Europa y en los Estados Unidos es frecuente encontrar envases o embalajes que ostentan un sello de garantía. Este sello es la certificación de que un Instituto de Envase y Embalaje debidamente dotado de todos los elementos necesarios, comprobó y halló satisfactorio ese material o manufactura de acuerdo a los fines para los cuales fue diseñado y a las normas vigentes sobre la materia.

Estos sellos de calidad, colocados en el empaque tienen otras ventajas la de obtener descuentos en los fletes y en las primas de seguros, ya que las compañías transporadoras o aseguradoras saben muy bien que cuando se ejerce un buen control de calidad sobre el empaque, se disminuye el riesgo de fallas y, por tanto, se reduce el peligro e averías o pérdidas en las mercancías.

J. Los Contenedores/18*

La economía del transporte y la disponibilidad de los medios adecuados para efectuarlo son elementos fundamentales de los que depende en gran parte el desarrollo socioeconómico de un país. Por consiguiente, las innovaciones tendientes a mejorar las operaciones en el transporte son valiosas si ellas conducen a una reducción del tiempo necesario para trasladar los productos de un lugar a otro, sobre todo en el caso del transporte marítimo, en el cual el tiempo de embarque y descarga constituye un factor decisivo en la economía y eficiencia del sistema.

* Tomado de PROEXPO. Elaborado en base a Extracto de la Revista "Perú Exporta" No. 67. 1979.

Por esta razón, al establecerse la era de los contenedores, sistema que utiliza la unificación de varios bultos en una unidad de carga, se aumenta la eficiencia en el transporte y distribución de la mercancía, lo cual redundará en beneficio del Comercio Internacional.

Los contenedores, recipientes prismáticos de un volumen interior no menor de 1 m^3 , se consideran los más aptos en el concepto moderno de la mecanización y sistematización de los movimientos de las cargas. Permiten el máximo uso de los recursos con un mínimo de tiempo, espacio y movimiento, proveyendo seguridad y ganancia como la solución más adecuada al problema de la economía en el transporte.

1. Ventajas de los contenedores

Las ventajas de la utilización de los contenedores fueron enumeradas en la primera exposición internacional del Servicio de Recipientes, de la siguiente manera:

- Su conveniente utilización puede significar una gran contribución a la integración de los diferentes métodos de transporte.
- Mayor utilización de los recursos físicos que posee un país para el transporte.
- Concentración de la transferencia carretera-ferrocarril en un limitado número de lugares en posiciones estratégicas.
- Reducción del tiempo general de tránsito entre los puestos de producción y consumo.
- Reducción de las pérdidas por hurtos y robos.
- El bodegaje permanente puede reemplazarse por el recipiente temporal.
- Eliminación o reducción de la escala de empaquetamiento.
- Estímulo y promoción de la inventiva y el comercio.
- Disminución del tiempo entre el punto de origen y el destino.
- Disminución en el tiempo de almacenaje.

- Reducción en las instalaciones para bodegas.
- Disminución en los costos de seguro debido a la seguridad en el manejo de las mercancías.
- Reducción en costos de embalaje.

2. Normalización

El Internacional Standard Organization (ISO) creó el Comité Técnico TC 104 en el que se inició el establecimiento de normas para la intercambiabilidad internacional de los contenedores, tratando de establecer el mejor equilibrio entre los factores de seguridad, técnicos, prácticos y económicos, que entran en juego.

Los objetivos de esta tarea de normalización tienden a analizar los contenedores de volumen exterior de más de 1 m^3 en cuanto a terminología, clasificación, medidas, características, procedimientos de pruebas y marcas.

Los aspectos fundamentales que se han tenido en cuenta para la normalización fueron:

- Medidas y peso bruto máximo.
- Características de manipulación (esquineros).
- Condiciones de resistencia (normas sobre características y pruebas).

Basados en estas normas internacionales, las diferentes naciones han establecido, a través de su organismo especializado en normalización, normas nacionales adaptadas a sus requerimientos.

3. Los contenedores en países en vías de desarrollo

En el caso de los países en vías de desarrollo las nuevas tecnologías sobre contenerización han venido siendo aplicadas progresivamente en las cargas que pueden ser adaptadas al sistema para transporte en buques de tipo convencional como parte de la carga, o en buques parcialmente celulares. Sin embargo, actualmente existe algún tráfico entre países desarrollados y aquellos en vías de desarrollo que emplean buques totalmente contenerizados.

Puede citarse específicamente el servicio **CAROL** entre Europa, el Caribe y Centroamérica conformado por un consorcio constituido por: Compagnie Generales Maritime (Francia), Hapag Lloyd (Alemania Occidental), KNSM (Holanda), Harrison Line (Reino Unido). El Comercio Internacional de los países de Suramérica con otros del orbe ha sido llevado a cabo en su totalidad por la vía marítima, en el que en su tráfico participan flotas mercantes extranjeras y nacionales. En las últimas tres décadas, la política de estos países ha sido uniforme y decisiva con la participación de sus flotas nacionales, mediante el uso de derechos de reserva de carga para el transporte de carga generales.

Las características generales de sus buques para el transporte de carga general han seguido los lineamiento del tipo convencional, aunque actualmente algunas flotas han incluido buques con espacios celulares para el transporte parcial de contenedores.

Con respecto a la estructura portuaria, ésta se caracteriza por el gran número de puertos establecidos en el litoral, lo que obliga a muchas escalas e impide la concentración de carga para facilitar la reducción de los costos operativos. Además, casi todos los puertos han sido diseñados y construidos para atender a los buques de tipo convencional; en los últimos años, algunos puertos han adaptado ciertas áreas para la operación de contenedores, y varios se encuentran proyectando o construyendo terminales especiales para este fin.

La contenerización es en realidad relativa en Suramérica y nada podrá detener su avance racional para cada caso, aunque se requerirá tiempo para complementar y adecuar los elementos involucrados, es decir, equilibrio de cargas en ambos sentidos, volumen de carga suficiente, terminales preparados y dotados de los mínimos elementos de espacio y equipo, infraestructura terrestre apta para el tráfico de los contenedores, disposiciones y reglamentaciones flexibles y prácticas y, sobre todo los organismos afines de estos países que intervienen en la facilitación del transporte.

Los contenedores han de ser algún día un factor importante en el transporte interamericano, lo que ofrece señaladas posibilidades para las vinculaciones de la ALALC, no solamente entre ellas sino también en el comercio mundial.

BIBLIOGRAFIA

1. AID. Empaques de frutas y legumbres y de otros productos frescos en el Almacén Central. s.f. México, Buenos Aires. AID: (Informe de Investigación de Mercados no. 721).
2. CONGRESO NACIONAL DE LA CALIDAD. I. ANDINO. (3., 1984, Medellín, agosto). Memorias. s.p.i
3. BUENAVENTURA PONCE, J. 1978. Empaque y diseño. Bogotá, PROEXPO. (Boletines divulgativos).
4. _____. s.f. Control de calidad en empaques. Bogotá, PROEXPO.
5. _____. s.f. Costo-precio y cotizaciones en empaque. Bogotá, PROEXPO. (Boletín divulgativo).
6. Centro de Comercio Internacional. 1973. Orientación para la planificación del envase y embalaje para la exportación en los países en desarrollo. Naciones Unidas.

7. CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1977. Envases para alimentos industrializados. Chile, v. 1.
8. COMPAÑIA DE EMPAQUES S.A. s.f. Catálogos 5. Medellín.
9. DIAZ DELGADO, D. Y OTROS. 1981. Pérdidas postcosecha en papaya, piña, naranja y tomate. Revista Tecnología (Colombia) no. 133.
10. DUQUE ECHEÑIQUE, L. ; MEDINA LAVERDE, C. A. 1985. La transferencia de tecnología en empaques para productos agrícolas perecederos. Tesis, Bogotá, Universidad Externado.
11. EL TIEMPO. 1985. Suplemento envases, empaques y embalajes. Bogotá, s.p.
12. EL TIEMPO. 1980. Suplemento envases, empaques y embalajes. Bogotá.
13. FUNDACION PARA EL DESARROLLO DE LA REGION CENTRO OCCIDENTAL. 1975. Materiales susceptibles de ser usados en la construcción de embalajes para productos agrícolas perecederos, frutas y hortalizas y diseño específico para cada uno de ellos. Venezuela, COCIDIR,
14. FORUM COMERCIO INTERNACIONAL. s.f. Envasar para vender.
15. F.M. PUBLICACIONES. Anuario del empaque. 1981-1982. Bogotá.
16. JAMIESON, M. ; JOBBER, P. 1975. Manejo de los alimentos, envases. México, Paz. v. 2.
17. MARGULIES, P. W. 1965. El empaque en la planeación a alto nivel. New York, Horvard Buisness Review. v. 34.
18. FONDO DE PROMOCION DE EXPORTACIONES. s.f. Los contenedores facilitan la exportación.
19. PERU EXPORTA. 1979. Revista no. 67.
20. ENVASE Y EMBALAJE. 1980. Revista Cámara Venezolana del Envase. no. 19. s.l.

21. SALISBURY, J. 1975. Fabricación de papel y cartón guía y directorio andino de envase y embalaje. s.l. CAF, ITC, UNCTAD/GATT.
22. CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGIA e INDUSTRIALIZACION DE ALIMENTOS)2., 1984, Bogotá, enero-agosto) 1984. Ciencia y tecnología de alimentos. Bogotá, SCTA. 3 v.
23. CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGIA e INDUSTRIALIZACION DE ALIMENTOS (1, 1982, Bogotá, enero-septiembre) 1982. Ciencia y tecnología de alimentos. Bogotá, SCTA. 3(1-2).
24. SARMIENTO A., G. L. 1984. Envases y empaques para la conservación de alimentos.
25. ZAMOSC, L. 1981. El fique y los empaques en Colombia. Fundación Mariano Ospina Pérez.

LA IMPORTANCIA DEL EMPAQUE DE CARTON

Daniel E. Villamizar*

Introducción

La preocupación de quien produce bienes para el consumo, ya sean industriales, materias primas, perecibles, confecciones, derivados lácteos, confitería, licores, etc., es la de conquistar nuevos adeptos y la de mantener los ya conquistados. En otras palabras, es la de excitar al consumo de sus productos para mantener en permanente actividad su negocio.

El logro de este objetivo depende de acertar a colocarse en el lugar que corresponde en relación con todos los otros productos que lo rodean. Nada mejor para ello que utilizar el empaque como elemento activo en los planes de mantener la posición que se desea.

La idea de empaque lleva implícita la evolución; es un instrumento indispensable para el desarrollo y progreso de la industria general.

El estudio del empaque nos demuestra que existen unos beneficios que se descubren a medida que se examinan y comparan

* Ingeniero Mecánico especializado en empaques.

los éxitos que han tenido aquellas empresas que permanentemente evolucionan en nuevas formas y presentaciones de sus productos.

A. El Cartón en el Agro

Todos sabemos que Latinoamérica tiene abundantes recursos naturales y un gran potencial de producción. Por eso al sector agrícola se le ha empezado a dar una alta prioridad dentro de los planes nacionales. Se busca con ello el mejoramiento de la agricultura, no sólo para productos de exportación sino también en productos básicos para la alimentación.

Sin embargo, el objetivo de la producción no es tan sólo el incremento sino también el colocarla en el tiempo preciso, en el lugar indicado y al consumidor que lo necesita.

Un incremento en la superficie cultivada como en los rendimientos es muy importante, pero incompleto. Se debe buscar el beneficio para el consumidor y éste se logra con el empaque: elemento de enlace entre el productor y el consumidor.

Se dice que en América Latina hay 50 millones de personas mal nutridas porque no ingieren los alimentos adecuados. Esta situación en algunos casos no es por falta de recursos sino porque las pérdidas de los productos básicos son exageradamente altas. La falta de empaques adecuados es la causante en una parte de esas pérdidas.

La tecnología del empaque, estamos seguros, contribuirá al mejoramiento de la nutrición. Para lograrlo debemos saber que el empaque es un conjunto de técnicas, que se aplican en los tres medios ambientes en que este se mueve: Producción, distribución y comercialización.

Del análisis de cada una de las características de estos ambientes resulta el diseño adecuado del empaque, en términos de las funciones que debe alcanzar.

1. Contener

Esto es lo primero que debe hacer el empaque, función que a menudo se olvida. El empaque es un elemento que mantiene unidos una cierta cantidad de productos para facilitar su manejo.

2. Protección

Además el empaque debe evitar que el producto pierda sus cualidades físico-químicas. Por lo tanto debe retener al producto a pesar de los choques, las cargas estáticas y los fenómenos atmosféricos. Es ésta una función de mucha importancia. Por otro lado, el empaque debe ser un elemento funcional que facilite el estibamiento dentro de las bodegas; aproveche al máximo el espacio y los vehículos que se utilizan para su manejo.

Finalmente, corresponde al empaque dar la información relacionada con el producto, su modo de empleo, su contenido, su peso y los métodos de almacenamiento y manejo.

Como se puede observar, el diseño de un empaque adecuado es el medio de lograr ese enlace del que hablamos al principio. Naturalmente, debe hacerse en términos económicamente justos. En efecto, debemos analizar la tecnología y los recursos existentes en cada país para diseñar una solución acorde con las necesidades.

Presentamos ahora unos ejemplos para que vean cómo, gracias al diseño, se ha logrado el mantenimiento y desarrollo de algunos productos del agro.

a. Caja para banano

Hace quince años el país se vió en la alternativa de suspender sus exportaciones de banano, debido a que los países compradores exigieron que éste debería ir en manos y dedos y nó con el vástago. La caja de cartón fue la solución: un diseño de tres piezas, en los que se combinaron materiales nacionales e importados, facilitó la labor de empaque, protegió el producto de las fatigas del transporte, conservando todas sus características para que fuera atractivo al consumidor.

b. Uvas

Dos ejemplos de aplicación de diseños adaptados a las necesidades de cada región productora. Primero la uva producida en el Valle. Segundo la producida en la Costa. Aprovechando los sobrantes de la madera que se exportaba de Buenaventura, se combinó ésta con el cartón en un empaque con las características necesarias para satisfacer las condiciones

exigidas por un producto tan delicado. Esta solución se aplicó en el Valle.

Como en la Costa no fue posible conseguir la madera, se diseñó un empaque totalmente de cartón. La estructura estaba formada por dos cuerpos, una base y una tapa. Se logró con estos diseños lo que se deseaba: la protección del producto y la apertura de mercados internacionales.

c. Fresas

Recientemente en la Sabana de Bogotá se ha desarrollado el cultivo de fresas con especies traídas de California. Este producto es de muy corta vida, vida que se hace aún más corta cuando es sometido a esfuerzos de compresión. El diseño de este empaque se proyectó hacia unidades pequeñas, envueltas en películas plásticas permeables al oxígeno. 12 unidades se colocaron dentro de una caja de cartón que tiene una gran resistencia al aplastamiento. Tres o cinco canastas de cartón se colocaron una encima de la otra. A la última se le colocó una hoja de cartón y todo el conjunto se aseguró con tres zunchos de plástico. Este empaque se ha utilizado para despachar a los mercados europeos y para la distribución nacional.

B. El Costo Total de un Embalaje

La esencia del mecanismo para hallar el corto real y efectivo de un embalaje es la de sumar el valor que tiene cada una de las partes relacionadas entre sí.

En este artículo se analizará cada uno de los elementos que constituyen la estructura básica de todo un sistema.

Antes de hacer ese análisis es conveniente plantear la definición del embalaje y sus funciones, aspectos teóricos muy importantes que permiten entender la correlación que existe entre todos los componentes que integran el proceso de empacar para la venta.

1. Definición

El embalaje se define como un sistema complejo dividido en elementos simples. Cada uno de estos elementos tiene

una función de acuerdo con su fin y sus relaciones con los demás elementos.

2. Funciones

La principal función del embalaje es la de proteger. Por debajo de esa función, y en constante evolución, se halla la poderosa función de presentación, cuya influencia promete mostrarse cada vez más potente y penetrante en la venta de productos al detal.

Esta función, la de presentación, abrió nuevos e interesantes caminos en la comercialización de productos de consumo tanto esenciales como de los no esenciales.

Como se aprecia por las definiciones, la actividad del embalaje es múltiple y variada: permite la producción en masa, agiliza la distribución y motiva al consumidor para que ponga en el carro de compras los productos.

Lo anterior significa que el embalaje como sistema está integrado por elementos que tienen, cada uno de ellos, un costo, representado por el beneficio que da y las operaciones que se efectúan para activar esos beneficios.

Veamos cuáles son esos beneficios. La producción y distribución en serie exigieron embalajes que la posibilitaran. Surgen entonces nuevas estructuras, nuevos materiales y nuevas técnicas que, aunque un poco más costosas, resultan a la postre más económicas por los altos rendimientos de su operación. La masa de consumidores que constituían el mercado para esos productos se enfrenta ante varias alternativas para escoger. En ese momento la presentación del empaque refuerza las características del producto, comunica los atributos, fortalece una marca, concentra la atención del consumidor y, en últimas, establece una gran diferencia entre los productos que compiten por un mercado en creciente desarrollo. Todos esos beneficios tienen un costo, mayor o menor según la atención que se le preste a la misión específica que debe cumplir el embalaje y a las funciones que le corresponden para contribuir positivamente a la comercialización de un producto o línea de productos.

Antes de que existiera la necesidad de mejores diseños de embalajes, el precio o el valor de la estructura era lo que decidía la compra. Ahora cuando existen alternativas de

selección, el interés por el solo precio de la estructura dejó de ser importante para dar paso a otros que permanecieron ocultos o que no eran de interés cuando el mercado no tenía una suficiente oferta de productos.

¿Cuáles son esos costos ocultos que ahora son tan importantes como para decidir la adopción de un sistema de embalajes? vamos por partes. Cuando se planea la fabricación de un producto el embalaje entra a formar parte de los implementos necesarios para su elaboración. Eso significa que el embalaje debe negociarse con la anticipación que el productor del embalaje requiera para su planificación y producción. He aquí un costo oculto: el costo de los inventarios. Hay que tener en cuenta que cada industria de embalajes tiene su característica lo que les permite ofrecer suministros a corto, mediano y largo plazo, además, cada embalaje tiene su propia escala de producción económica, algunos muy baja lo que permite al usuario mantener bajos sus costos de inventarios.

Para el empaquetamiento, el embalaje debe alistarse. Esto requiere de un proceso que también tiene un valor: costo de mano de obra para armar, llenar y cerrar el embalaje. Este es otro de los costos ocultos.

Cuando el producto empacado pasa a las bodegas de almacenamiento, el embalaje le da la protección necesaria. En el almacenamiento hay también un costo oculto, originado en el volumen que ocupa el embalaje, que por lo general determina el grado de aprovechamiento de la bodega. Cada empaque tiene su volumen propio y por lo tanto los costos de almacenamiento estarán relacionados a ese volumen.

Sigue la etapa de distribución: el volumen y el peso juegan un importante parámetro en el costo. En esta actividad también los costos ocultos, muchas veces imperceptibles, son de gran importancia cuando se trata de recorrer grandes distancias.

Finalmente se llega a la venta del producto. El aporte del embalaje en esta etapa ya se mencionó atrás. Aquí también hay costos ocultos como son el valor que se paga para darle mas atractivo el embalaje y más facilidad para disponer del producto durante el consumo, sin olvidar, claro está, un valor adicional que es el grado de protección que habría que darle al producto durante el consumo.

Por último, existe un costo, que por no ser cuantificable no significa que no tenga importancia, se trata de la calidad del servicio que prestan los diferentes fabricantes de embalajes. Muchas veces resulta más beneficioso contratar los embalajes con una empresa que de las garantías de una calidad óptima y una entrega oportuna, que con otra que fabrica a un costo menor porque sacrifica la calidad del producto.

El iceberg (montaña de hielo) son bloques de hielo que flotan en el mar. Por sus características sirven para explicar la esencia del análisis del costo total de un embalaje o envase. Los iceberg son masas tan grandes que duran varios años. Su particularidad es que la parte que sobresale de la superficie marítima es tan sólo una octava parte de su volumen. Por analogía decimos que esa octava parte corresponde al valor de la estructura del envase o embalaje. El resto de él representa los costos ocultos, precisamente aquellos que o no se perciben o simplemente se desestiman por no considerarlos de gran importancia. Son estos costo ocultos, repetimos, la mano de obra para armar y cerrar un envase o embalaje, los costos de almacenamiento tanto del embalaje vacío como lleno, los costos para resaltar más la apariencia para la venta, el costo publicitario que lleva implícito, la impresión gráfica y, por último, la calidad del servicio que presta la entidad manufacturera.

C. Conclusión

Esta breve exposición de la esencia del mecanismo para la obtención del verdadero valor que tiene un envase o embalaje es de importancia excepcional. Tiene también importantes consecuencias al preparar una estrategia de mercado. Por ejemplo, tanto mas bajo sea su valor (costo visible) tanto más pequeños pueden ser los beneficios que de él se obtengan. Sin embargo, un precio muy alto no significa que es lo mejor. Por eso, si ese análisis se ha ejecutado con precisión, tanto más seguridad habrá de que se ha elegido el envase o embalaje más apropiado.

No se debe considerar, pues, que el costo de un sistema para embalar mercancías sea simplemente una sola cifra, sino que se trata además de un mecanismo comercial que hay que dominar y explotar del mismo modo que se domina la planificación de la producción de esas mismas mercancías.

IMPORTANCIA ECONOMICA DEL BUEN MANEJO DE POSTCOSECHA

Carlos González Iturriaga*

Introducción

El problema del hambre y la desnutrición en el Tercer Mundo ha sido el tema principal de muchas conferencias y reuniones de desarrollo agrícola a nivel internacional.

Sin embargo, cifras demuestran que en los 43 países en que la situación alimentaria puede considerarse crítica, la producción crece en un 2% anual y la población a razón de un 2.5%, es decir, año a año la disponibilidad de alimentos es menor.

El problema se ve agravado por la constante disminución del poder comprador de la gran masa poblacional considerados en "extrema pobreza", por el mal manejo de los suelos y recursos naturales; por la escasa tecnificación y uso de insumos apropiados; por el mal manejo de la producción durante el período de postcosecha.

* Ingeniero Agrónomo, Especialista en Economía Agraria. Profesor Universidad de la Salle y Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Las soluciones propuestas son variadas y de largo plazo, muchas implican cambios radicales en la mentalidad y costumbres, de los afectados, otras son difíciles y costosas, que nos conducen a pensar en la enorme responsabilidad que depende de los técnicos en las materias que permiten aumentar la disponibilidad de recursos alimenticios.

El desarrollo del tema dará especial importancia en el mercadeo agropecuario con todas sus etapas intermedias como factor de desarrollo y planteará la incidencia de las pérdidas en postcosecha en la parte económica.

A. El Mercadeo como Factor de Desarrollo

El mercadeo de los productos agrícolas, es decir, las diferentes fases la producción hasta el consumidor final, cada día va requiriendo mayor atención. Las exigencias de la demanda, en el sentido de obtener productos más elaborados o mejorados, estimulan las actividades intermedias.

Estadísticas de hace 15 años destacaron que en la mayoría de los países latinoamericanos, los costos del mercadeo ascenderían a un promedio de un 50% del precio al consumidor, básicamente por el sector de intermediarios comerciales, a medida que la agricultura ha ido pasando de una tradicional a una comercial el desarrollo y el sobre precio se concentraron en la elaboración o acondicionamiento, la mejora de la calidad, el envasado, la presentación y una distribución más amplia.

El aumento de la eficiencia en el manejo del producto en postcosecha, se ve también estimulada a medida que mejoran las condiciones económicas del consumidor, que está dispuesto a gastar más en productos de mejor calidad, más variados y que otorgue mayores comodidades para su consumo.

La eficiencia en el mercadeo no sólo radica en la gestión técnica, como manejo del producto, procedimientos y escalas de operaciones, sino también el factor económico. A veces técnicamente es recomendable incluir un proceso a un producto en postcosecha, aunque ésta se vea limitada por el alto costo de inversión que eso implica, administrativamente, lo más adecuado en ese caso es incorporar alguna técnica sencilla que no implique grandes inversiones y que no detenga el desarrollo de la fase de mejoración que se refiere y, por otro lado, sienta las bases para una tecnificación a mediano plazo.

La planificación nacional es otro factor responsable en el mejoramiento de la eficacia en el mercadeo, especialmente al referirse a las inversiones básicas. La habilitación y mantención de ferrocarriles, mejoras en las vías de acceso, creación de centrales de compra, capacitación y fomento de organizaciones campesinas de producción y manejo, empresas de comercialización, cooperativas, deben estar apoyadas, por los gobiernos con presupuestos nacionales o departamentales, estableciendo planes para que la actividad privada genere proyectos específicos de inversión y que en conjunto se establezca una dinámica de desarrollo.

En forma simultánea, los gobiernos deben establecer condiciones mínimas de seguridad, orientación de recursos crediticios, estableciendo normas y facilidades en general, de tal modo que el empresario pueda desarrollar sus potencialidades económicas y creativas.

La empresa privada ya no se basa solamente en los instintos de sus ejecutivos para realizar inversiones en el mejoramiento de las diferentes fases del mercadeo agrícola, día a día ella está incorporando más los estudios de mercado, análisis de demandas, técnicas de ventas para adecuar sus productos a las necesidades del consumidor. Estas formas de trabajo han permitido el desarrollo y especificación de los sistemas de información, como series estadísticas de demanda, producción, precios, ingresos, etc., se han establecido normas de calidad, sanidad, legales, para comercializar productos a nivel nacional o internacional; se ha incrementado el uso de tecnología moderna y de asesorías técnicas especializadas; se han organizado para defender los precios y mercados de sus productos a nivel internacional, uso constante de estrategias de comercialización y la utilización práctica de técnicas de marketing, métodos y medidas básicas para facilitar la convergencia de numerosos factores de progreso.

Casi todos los países en desarrollo tienden a ampliar las exportaciones tradicionales y no tradicionales. Algunos de ellos están especialmente dotados y con claras ventajas comparativas para la producción de frutas, flores, hortalizas, productos cárneos con destino a países desarrollados, la clave está en establecer una organización eficiente de la empresa, claras estrategias de venta, buen manejo de la tecnología de postcosecha y realizar inversiones que generen cambios en las diferentes fases adaptándose a las condiciones exigidas por la demanda.

A nivel nacional, la creación de empresas que manejen productos frescos y de industrias elaboradoras de productos agrícolas permiten sustituir importaciones, crear fuentes de trabajo, estimular la producción agrícola y de insumos, mejorar los transportes y dar movimiento a una serie de actividades económicas y de servicios, conducentes a disminuir los costos de distribución, mejorar la selección y normalización de productos, activar la producción y ventas, estimular el desarrollo de las fases intermedias.

Es importante destacar que la mejoría en la eficiencia del mercadeo es un factor potencial de desarrollo para los productores. Los bajos precios, frecuentemente ofrecidos a los productores pueden mejorarse incluso con las más mínimas mejoras en los canales de mercadeo; por otro lado el acercamiento geográfico mediante creación de centros-compra de producción y venta de insumos y un justo sistema crediticio, estimulará directamente la acción del productor y restaurará su iniciativa.

Uno de los temas que mayor inquietud ha causado en las investigaciones es precisamente las pérdidas de alimentos que ocurren en las diferentes etapas del mercadeo y la detección de los puntos más vulnerables del sistema, con el fin de buscar soluciones tecnológicas eficientes y poco costosas. El Departamento de Planeación Nacional, está consciente de esta situación y dentro de sus programas ha contemplado la toma de medidas adecuadas para recomendar la disminución de las pérdidas postcosecha.

B. Pérdidas por mal Manejo Durante la Postcosecha y su Incidencia Económica

El mal manejo de frutas y hortalizas ocasionan deterioro en ellas que hacen difícil su comercialización y consumo.

El deterioro es ocasionado básicamente: (a) por causas mecánicas como deficiencia en el empaque, transporte, almacenamiento, distribución, roedores e insectos; (b) por desórdenes fisiológicos causados por pérdidas de humedad acelerada, ocasionando marchitamiento, pérdidas de condiciones organolépticas por exposiciones excesivas al calor, frío inadecuado, etc.; (c) por enfermedades causadas por microorganismos; y (d) por condiciones de producción.

Estas causas se ven aumentadas en países en vías de desarrollo de condiciones tropicales o subtropicales por las siguientes causas, que en algunos casos suelen ser determinantes:

1. La temperatura y humedad relativa que favorecen el deterioro e infecciones.

2. Hay menos conocimientos sobre métodos de manejo y almacenamiento.

3. Tecnología de los alimentos en franco subdesarrollo.

En el esquema siguiente aparecen el lugar y las causas donde frecuentemente se ocasionan pérdidas de alimentos útiles para el ser humano.

La FAO ha considerado las pérdidas en la producción entre el 10 y 30% según el cultivo y la región, pudiendo alcanzar hasta un 50% en frutales y hortalizas en los países en vías de desarrollo.

Las pérdidas se ven favorecidas debido a que en los programas de desarrollo agrícola o predial no se prevé ese aumento de la producción y no se contempla las construcciones apropiadas para cubrir ese incremento.

En cuanto a cereales y granos estas pérdidas oscilan entre 4 y 7% del tipo físico o desaparición del producto, o de calidad o pérdida de condiciones de consumo.

Las pérdidas por este concepto se pueden reducir hasta un 80% con buenas técnicas de almacenamiento.

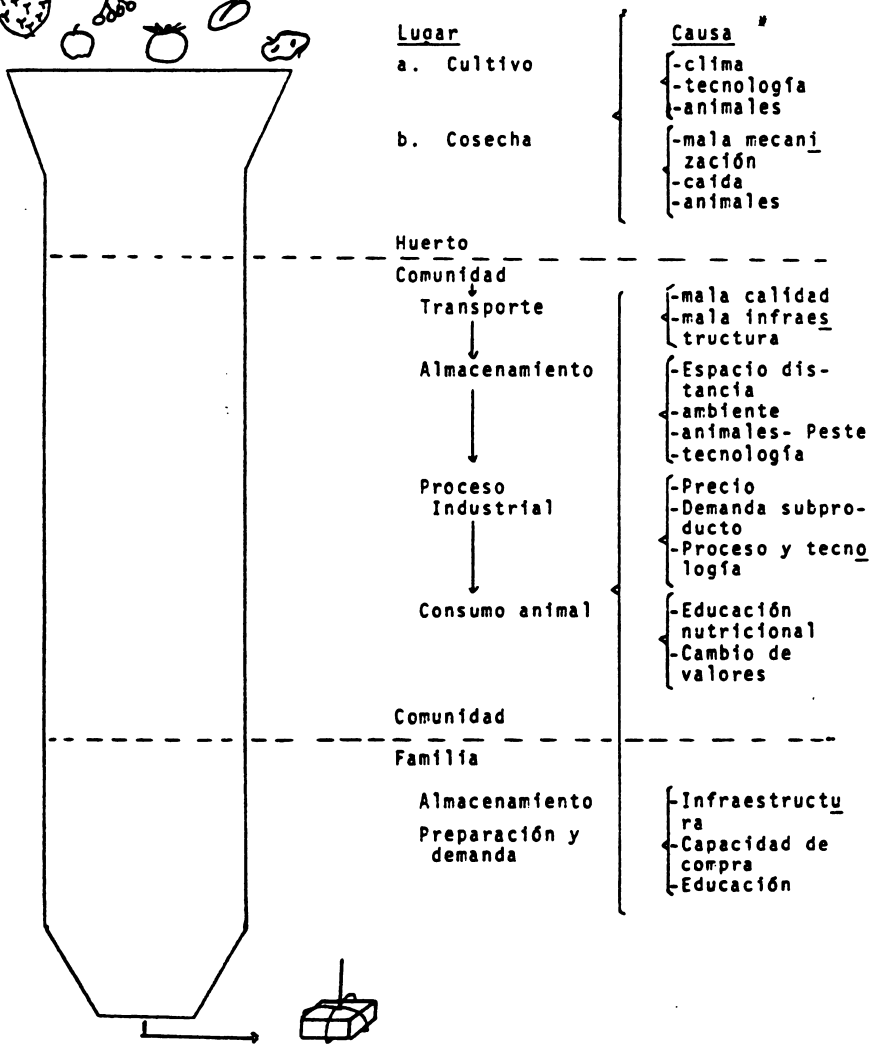
Por otro lado una manipulación deficiente y descuidada y un transporte poco adecuado generan otro tanto de pérdidas.

Los golpes en el manipuleo y trasbordos de las cajas de frutas de exportación antes de su embarque, está calculado en un promedio de tres golpes por trasbordo y al golpearse una caja sobre otra llega a un total de 30 golpes por caja.

El descuido precosecha-cosecha-postcosecha en los granos es importante en el volumen de pérdidas, por ejemplo en el Departamento del Meta un 20% de la producción de arroz es consu-



PERDIDAS



Fuente: Modificado de I.I.T. Seminario Avanzado de Tecnología de Alimentos. Anales, 1983.

mida por aves (caicas) en este lapso; en el Valle y Magdalena entre un 20 y un 40% de la producción de sorgo es consumida por cotorras.

Como dato ilustrativo, Colombia produce aproximadamente 2.2 millones de toneladas de papa al año de las cuales un 12% se pierde o se destina a animales como desecho, es decir, 250.000 toneladas, lo que significa que un colombiano deja de consumir 8 kg de papa al año.

En el Cuadro No. 1 se plantea la distribución porcentual aproximada de las pérdidas; las cifras están basadas en estudios realizados por la FAO y complementadas por investigaciones efectuadas por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas-IIT.

En el Cuadro No. 2 se demuestra que el subsector de frutas y hortalizas es el que ha tenido mayores pérdidas en post-cosecha. En el mismo Cuadro, columna 2 se muestra, en promedio, un porcentaje de las pérdidas estimadas para los correspondientes productos. La tercera columna corresponde al volumen en toneladas correspondiente a la producción obtenida 1981-1982, según las cifras de INE 1982. La cuarta columna, corresponde al valor de la tonelada (1000 kg), según los precios de mayo y junio de 1985 entregados por la Central de Abastos. La quinta columna corresponde a los valores parciales y al total de las pérdidas en un año.

Dichos volúmenes de pérdidas, comprometen cifras alrededor de 343 millones de dólares.

El efecto de las pérdidas, en estos días, ha llamado la atención del Gerente de la Corporación de Abastos de Bogotá, quien ha revelado que se ha detectado una pérdida de un 35% de las existencias por mal manejo y carencia de políticas adecuadas de conservación, porcentaje equivalente a la suma de 9.000 millones de pesos anuales. Estas pérdidas han sido uno de los factores de mayor incidencia en el incremento del costo de la vida.

Lamentablemente la institución no dispone de facilidades para mejorar y agilizar las condiciones de mercadeo que permita una justa regulación de precios, favorables al consumidor.

Cuadro No. 1. Pérdidas y su distribución en las fases del mercadeo

Producto	Total	Recolección	Mayorista	Minorista	Otros
Arroz	4.55	2.5	1.5	0.3	0.25
Maíz	5.05	1.0	1.0	0.5	2.55
Frijol	7.30	1.0	1.0	5.2	0.1
Papa	12.12	1.0	3.0	6.5	1.6
Yuca	9.50	2.0	-	6.5	1.0
Plátano	9.20	-	1.0	7.1	1.0
Banano	15.00	-	8.0	5.0	2.0
Naranja	37.70	11.0	2.5	16.2	2.0
Piña	22.00	5.0	5.0	10.0	2.0
Tomate	25.70	1.0	9.5	11.2	4.0
Zanahoria	19.80	-	2.0	7.4	10.4
Cebolla	20.90	3.0	2.0	10.8	5.1

FUENTE: III Evaluación Pérdida Postcosecha, 1977.

Cuadro No. 2. Cuantificación de las pérdidas postcosecha

Producto	% Pérdida	Vol. perdido T x 1000	V/r. x T. V-VI-85	V/r. en Pérdidas V-VI 1985 x 1000
Arroz	4.55	78.23	70.000	5.476.100
Frijol	7.30	5.06	200.000	151.800
Maíz	5.05	34.30	62.000	2.126.600
Papa	12.12	231.55	50.000	11.577.500
Plátano	9.20	177.80	43.000	7.645.400
Soya	7.00	12.90	20.000	903.000
Trigo	5.15	3.05	135.000	411.750
Yuca	9.50	179.93	60.000	10.795.800
Naranja	31.70	82.61	34.000	2.808.740
Tomate	25.70	62.48	45.000	2.811.600
Piña	22.00	62.88	45.000	2.829.600
Zanahoria	19.80	27.34	26.000	710.840
Banano	15.00	25.31	25.000	632.750
Cebolla	20.9	25.81	40.000	1.032.400
				49.777.260

FUENTE: I.I.T Evaluación Pérdidas Postcosecha 1977. Complementado.

En el cuadro No. 3 se relacionará el beneficio percibido por la población al tomar medidas tendientes a reducir las pérdidas posteriores a la cosecha.

C. Factores Básicos que Inciden en las Pérdidas

Las causas más determinantes en las pérdidas postcosecha en el rubro frutales y hortalizas son las siguientes:

1. Calidad de los insumos

El uso de insumos de baja calidad disminuye la calidad de la producción en sus propiedades de consumo o manejo postcosecha. Un arroz (IR-8) genéticamente preparado para obtener mayores rendimientos, en un medio inadecuado de cultivo, su grano fue más corto, quebradizo y cualidades organolépticas inferiores. El uso inadecuado de dosis de fertilizantes y pesticidas, también deteriora la calidad de los productos y lo hacen susceptibles a deterioros y pérdidas en su manejo; una fruta proveniente de un árbol excesivamente nitrogenado, es más voluminoso y susceptible a enfermedades de postcosecha.

En este punto cabe señalar que, tanto la calidad de los insumos, como el manejo durante la cosecha, influyen en las pérdidas durante la recolección de los productos (Ver Cuadro No. 4).

2. Manipulación y transporte

Estos factores son muy importantes en las pérdidas de postcosecha, especialmente en los frutales y hortalizas que son más frágiles y perecederos, por ejemplo, un pepinillo es de una estructura voluminosa, un manejo descuidado los puede magullar o dañar lo que significa una potencial inoculación de hongos de fácil diseminación; una exposición excesiva al sol los quema o los tiñe, cambiando sus condiciones de mercado o susceptibilizándolo al daño en su período de comercialización y/o transformación.

Las pérdidas específicas por transporte que implican los traslados desde el lugar de la cosecha al lugar del almacenaje, involucra los derrames, robo, deterioro, exposiciones inadecuadas de los productos.

Cuadro No. 3. Población abastecida por una disminución a la pérdida de postcosecha

Alimentos	Necesidades por personas kg/año	Aporte por disminución en pérdidas t	Número de personas favorecidas
Frutas	98	209.500	2.137.755
Hortalizas	30	46.450	1.548.333
Tubérculos y raíces	87	244.050	2.575.287
Leguminosas	15	7.450	496.667

FUENTE: Federación de Cafeteros. Ensayo para evaluar y reducir las pérdidas en postcosecha. Hugo Valdés, 1979.

Cuadro No. 4. Pérdidas durante la recolección

Producto	% Pérdida*	\$ x 1000
Arroz	2.5	3.008.846
Maíz	1.0	401.307
Frijol	1.0	20.794
Papa	1.0	955.239
Yuca	2.0	2.272.800
Plátano	-	-
Banano	-	-
Naranja	11.0	974.642
Piña	5.0	643.091
Tomate	1.0	109.401
Zanahoria	-	-
Cebolla	3.0	148.191

FUENTE: I.I.T Evaluación Pérdidas Postcosecha 1977, complementado con valores a junio de 1985.

* Incidencia en el total de las pérdidas.

Cuadro No. 5 Algunas pérdidas de cereales por transporte

Producto	% de pérdida*
Maíz	1.5
Arroz	1.0
Soya	1.5
Trigo	1.0

Fuente: Informe 6/69. FAO-BID

*Incidencia en el total de las pérdidas

Algunas causas que ocasionan las pérdidas en las manipulaciones y transporte son:

- a. Excesivo grano quebrado
- b. Descascarado o desvainado
- c. Selección deficiente
- d. Magulladuras, machucones, quebraduras
- e. Derramamientos y robos.

La manipulación de los productos agrícolas en la fase comercial origina una serie de mermas reales, con las subsiguientes pérdidas económicas en los diferentes niveles de mercadeo. (Ver Cuadro Nos. 6 y 7).

3. Almacenamiento

Casi todos los estudios analizados, coinciden en que el factor más influyente en las pérdidas es el inadecuado almacenamiento. Este volumen además, puede afectar la calidad del producto restante. Una alza inapropiada en la temperatura de una bodega con un producto que requiera bajas temperaturas para su mantención, puede aumentar la susceptibilidad a infestación por hongos, o microorganismos, cambiar sus condiciones de madurez, acelerar su metabolismo y, en consecuencia, ocasionar pérdidas por daño o deterioro de la calidad esperada. La humedad relativa ambiental, recomendable entre un 85-90%

Cuadro No. 6. (A) Pérdidas a nivel de comerciante mayorista

Producto	%	\$ 1.000
Arroz	1.5	1.805.307
Maíz	1.0	401.307
Frijol	1.0	20.794
Papa	3.0	2.865.718
Yuca	-	-
Plátano	1.0	831.022
Banano	8.0	337.467
Naranja	2.5	221.509
Piña	5.0	643.091
Tomate	9.5	1.039.307
Zanahoria	2.0	71.802
Cebolla	2.0	98.794
Total		83.361.118

FUENTE: I.I.T Evaluación de las pérdidas postcosecha, 1970.
Complementados con valores a junio de 1985.

Cuadro No. 7. (B) Pérdidas a nivel de comerciante minorista

Producto	%	%	\$x 1.000,00
Arroz	0.3		361.061
Maíz	0.5		210.554
Frijol	5.2		108.131
Papa	6.5		6.209.055
Yuca	6.5		7.386.600
Plátano	7.1		5.900.254
Banano	5.0		210.916
Naranja	16.2		1.435.813
Piña	10.0		1.286.182
Tomate	11.2		1.225.289
Zanahoria	7.4		265.667
Cebolla	10.8		533.489
Total			25.133.011

FUENTE: IIT. Evaluación pérdidas postcosecha, complementado con valores a junio, 1985.

para evitar deshidratación del producto almacenado, puede fomentar el desarrollo de patógenos y la subsecuente pérdida si no se usa una temperatura adecuada y la aplicación de pesticidas apropiados.

Cuadro No. 8. Pérdida de peso/día en condiciones ambientales normales

Producto	% Pérdidas peso/día	Volumen pérdidas según producción 1982 t.	Valor 8 t. total hipotético de pérdidas V-VI-85	t. total hipotético de pérdidas X 1000
Arveja	10-12	3.498	164.000	573.672
Habichuela	8-10	880	54.000	47.520
Coliflor	10-13	2.769	-	-
AjÍ dulce	10	429	56.000	24.024
Lechuga	18-20	4.900	60.000	294.000
Tomate	01-02	486	45.000	21.870
Ajo	02-05	14	340.000	4.760
Rábano	15	150	-	-
Remolacha	5-8	1.417	33.000	46.761
Zanahoria	5-6	7.670	26.000	199.420
Banano plátano	4-6	17.385	31.000	538.935
CÍtricos	3-5	8.828	34.000	300.152
Repollo	2-3	11.200	17.000	190.400
Cebolla cabezona	01-05	494	40.000	19.760

Fuente: COLCIENCIAS. Refrigeración como medio para disminuir pérdida postcosecha y complementado con valores a junio, 1985.

El cuadro anterior muestra las pérdidas en peso por día, en condiciones de bodegaje y ambientales naturales e implica pérdidas de orden económico notables, si la producción obtenida en 1982 se almacenará en esas condiciones. Esta proyección destaca la necesidad que existe del fomento de una apropiada infraestructura de almacenaje.

Un embalaje adecuado en frutales es causa de disminución en las pérdidas durante el período de almacenamiento. Investigaciones realizadas por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas-IIT, arrojaron las siguientes cifras:

Cuadro No. 9. Pérdidas ocurridas en embalajes corrientes

Frutales	%
Ciruela	6
Durazno	16
Pera	26
Curuba	21
Mango maduro	30
Naranja	38
Tomate	20
Piña	45
Papaya	25
Manzana	9
Aguacate	26
Mora	60

Fuente: I.I.T. Tercer Seminario Avanzado en Tecnología de Alimentos. 1978.

Es conocido que las frutas y hortalizas no son productos con alto contenido de proteínas, no obstante sí son una fuente importante de vitamina C (tomate, limones, toronjas) y de vitamina A (Zanahoria, melocotones, verduras de hoja). El mal manejo en postcosecha, deficiencias en el almacenamiento, presentan pérdidas considerables por ausencia de refrigeración o mal manejo en el tiempo de almacenaje en frío. (Ver Cuadro No. 10).

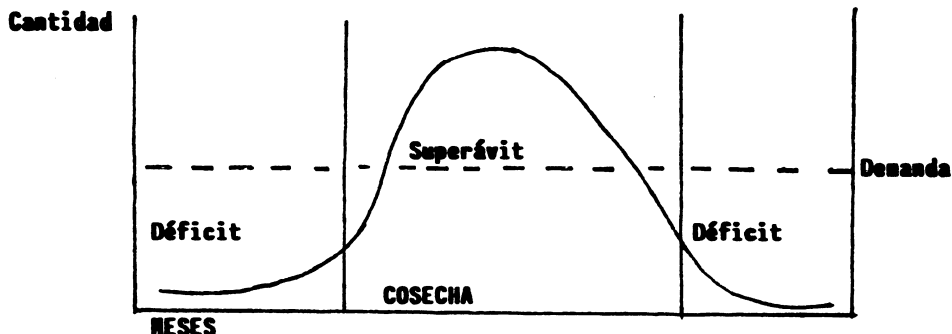
4. Estacionalidad

Otro factor que influye en el % de pérdidas en postcosecha corresponde a la condición de temporalidad de las cosechas, según se puede observar en la gráfica siguiente:

Cuadro No. 10. Pérdidas de vitaminas C y A en algunas hortalizas durante almacenamiento

Hortaliza	Almacenamiento (frío)		Pérdidas %
Espárrago Vitamina C	24 hrs.	a 19-25 °C	20-40
	24 hrs.	a 2 °C	3
	1 semana	a 0 °C	50
	1 semana	a 21 °C	70
Brócoli	24 hrs.	a 21 °C	50
	24 hrs.	a 8-20 °C	10-30
	96 hrs.	a 21 °C	80
	99 hrs.	a 8-10 °C	25-40
Frijol verde	24 hrs.	a 21 °C	20
	24 hrs.	a 8-10 °C	10
	96 hrs.	a 21 °C	30
Berza	3 semanas	0 °C	40
	2 días	a 21 °C	40
	9 días	a 0 °C	40
	1 días	a 21 °C	40
Habichuela	10 días	a 0 °C	40
	6 días	a 10 °C	40
Espinaca	14 hrs.	a 21 °C	34-48
	48 hrs.	a 21 °C	78
	192 hrs.	a 21 °C	95
	72 hrs.	a 1-3 °C	0
Acelgas	24 hrs.	a 21 °C	35
	96 hrs.	a 21 °C	85
	24 hrs.	a 8-10 °C	30
	96 hrs.	a 8-10 °C	70
Zanahoria Vitamia A	1 mes	a 21 °C	Ligera
Col. rizada	4 días	a 0 °C	2
	4 días	a 21 °C	82
Berza	4 días	a 0 °C	0
	4 días	a 21 °C	76
Guisantes	48 hrs.	a 21 °C	15-27
Espinaca	37 hrs.	a 21 °C	Ligera
Acelga	24 hrs.	a 21 °C	0

FUENTE: JAMES E. AUSTIN. Análisis de proyectos agroindustriales. 1981. España. Biblioteca, IICA.



Si bien es cierto, la agroindustria absorbe gran cantidad de ese superávit, aprovechando los bajos precios de la oferta, la condición de perecederos de los productos agrícolas exige que el acopio sea especial y, en consecuencia, poco frecuente, de tal modo que no toda la cosecha dispone de un manejo adecuado. Por otro lado, los intermediarios, a fin de no bajar los precios, muchas veces prefieren perder parte de la producción y mantener los valores alcanzados. Esta situación implica que el almacenamiento es el principal regulador entre la producción y los precios.

5. Perecibilidad de los productos agrícolas

Muchos productos agrícolas requieren un manejo de postcosecha 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.

D. Relación entre las Pérdidas Postcosecha y las Inversiones para Disminuirlas

Según estudios elaborados por la FAO se estima una notable falta de metodología para la evaluación de las mermas. A fines de la década de los 70, esta institución destinó 20 millones de dólares para las inversiones primarias con esos objetivos, no obstante se encontró con estos inconvenientes:

1. Información sobre las pérdidas

En todos los niveles de estudio se encontró con cifras irregulares de difícil manejo.

2. Evaluación de la información

Estas cifras hacían difícil evaluar y fijar parámetros.

3. Infraestructura

La disponibilidad de infraestructura adecuada (transporte, bodega, seleccionadora) era muy escasa, implicaba una programación muy compleja.

No obstante, recomienda el fomento o programas nacionales, donde los países adquieran un compromiso de destinar recursos a disminuir las pérdidas postcosecha. Se sugiere que estos programas contengan estudios sobre evaluación de las pérdidas; proyectos para infraestructura de desecado en granjas; proyectos para almacenaje en granjas; proyectos para almacenaje fuera de granjas a través de cooperativas u otra forma de asociación campesina; investigaciones para el control de plagas y enfermedades; investigaciones en almacenaje de productos; proyectos para la elaboración, adecuación y transformación de productos agrícolas; proyectos de asistencia técnica centralizada; proyectos para la creación de infraestructura para el manejo de postcosecha.

Cabe destacar que en Colombia, gran parte de la fruta y hortaliza es producida por pequeños agricultores que sufren el impacto de los altos costos del acopio, transporte, intermediarios, asistencia técnica e insumos, lo que implica la irregular calidad de los productos comercializados, fomentados en parte por el escaso control de calidad, el desconocimiento del valor nutritivo de las frutas y hortalizas y el alto precio que lleva a una baja demanda y poco estímulo para la explotación.

Existen muchos factores básicos que inciden en las disminuciones de pérdidas durante el manejo de postcosecha, tanto en la producción, como en lo económico, destacándose los siguientes:

1. Madurez de cosecha

Si una fruta no cumple los requerimientos de madurez óptima a la cosecha, aunque se almacene en lugares que cumplan todas las exigencias, las pérdidas al final del período de guarda serán inevitables. Si la cosecha se realiza equivocadamente con frutas muy inmaduras, se promueve la deshidratación y a la pérdida absoluta de calidad; por el contrario, si se cosecha muy madura va aumentando la susceptibilidad a enfermedades fungosas y disminuye el tiempo de guarda. Desde el punto de vista económico, además de las pérdidas del producto de mala calidad, por no encontrar mercado, se pierden oportunidades de mejores precios si se les acorta el período de almacenaje.

2. Cuidados en la cosecha

En muchos huertos industriales se exige el uso de guantes a los operarios que manejan frutas a fin de evitar daños causados por uñas y disminución de la inoculación de hongos u otros patógenos, como también la aparición de Russet o corchosis, económicamente hablando, la fruta dañada e inoculada es fuente de contagio para las colindantes, las que después del período de guarda el porcentaje es considerable.

3. Sanidad y cuidados en la línea y bodega

Los costos utilizados en la desinfección de maquinarias y cámaras, en la fruta y envases a guardar, cuidados en la selección, movimientos, traslados de la fruta, están plenamente justificados si estos conducen a una lógica disminución de las pérdidas.

4. Temperatura de almacenaje

Cada grado de disminución de temperatura tiene un costo determinado, la temperatura de almacenaje es específica para cada especie y variedad de frutas u hortalizas. La temperatura debe llegar hasta un mínimo donde no ocurran desórdenes fisiológicos que produzcan pérdidas en la producción y que no ocasione gastos innecesarios por frío en período de guarda.

5. Humedad relativa y atmósfera controlada

El uso de humedad relativa entre 85 y 90% y del control de CO_2 y O_2 dentro de la cámara frigorífica, disminuyen las pérdidas en el período de guarda y alarga su período de almacenaje. Estas condiciones requieren de instalaciones

especiales y una mantención que tiene un costo, de tal modo que la producción almacenada deberá ser lo suficientemente rentable para justificar la inversión.

6. Aplicación de fungicidas preventivos y los tratamientos generales de la fruta y hortalizas a guardar

El uso de hipoclorito de sodio, hiposulfito, topane, Benlate o Benomil como fungicidas preventivos ocasionan gastos que se justifican en la notoria disminución de las pérdidas durante el período de almacenamiento.

Todos los gastos operacionales e inversiones indicadas anteriormente, implican la obtención de una alta eficiencia técnica pero están limitados por el factor económico que muchas veces prima ante cualquier decisión.

Como ilustración se señala que el costo de 1 m³ de cuarto frío vale aproximadamente US\$35. su construcción y más o menos un promedio de US\$350. por t/mensual de mantención de algún producto agrícola.

Lo que significa los altos costos de inversión y mantención de los productos agrícolas:

<u>Productos</u>	<u>Tiempo de almacenaje*</u>
Cítricos	1 a 4 meses
Frutas tropicales	2 a 3 semanas
Albaricoque, frambuesa fresa e higos	5 a 10 días
Manzana y pera	Más de 6 meses
Uvas, melocotones y ciruelas	1 mes
Papa para siembra	1 a 2 meses

* Tiempo óptimo de guarda para recuperarlos en buenas condiciones. Ver Cuadro 10.

De tal modo que los costos deben estar dentro de las primeras prioridades para obtener una real eficiencia, tanto técnica como económica en el período postcosecha.

E. Conclusiones

Si bien es cierto gran parte de los esfuerzos deben ir encaminados a buscar soluciones técnicas al problema de las pérdidas en postcosecha, también no es menos cierto que se debe buscar una eficiencia económica en ese manejo de las producciones.

El problema está en encontrar un equilibrio entre ambos factores y que éste proyecte un desarrollo local o generalizado, con el objeto que la población pueda disponer de sus requerimientos mínimos de alimentos y a un precio adecuado.

Un profesional frente a un proyecto que tienda a estos objetivos deberá analizar entonces las medidas técnicas y económicas para reducir las pérdidas; en que fase del manejo en postcosecha es más eficiente realizar la inversión; si son o no suficientes los servicios e instalaciones existentes y realizar su inventario crítico; si el proyecto puede incorporarse a algún plan de desarrollo zonal o nacional para aprovechar las inversiones básicas realizadas por el gobierno o algún beneficio crediticio fomentado por las autoridades; cual será su alcance social, productores, obra de mano que podrá abarcar; cuál será la rentabilidad económica que entregará a sus propietarios; cuál será su aporte al desarrollo de la zona o país donde se implemente, etc.

La detección y estudio de los problemas de pérdidas durante el mercadeo de los productos horti-frutícolas, son claves para orientar recursos en solucionarlos, especialmente en aquellas fases donde se originen mermas en mayores volúmenes, específicamente.:

1. Cosecha

Sistema de recolección, tratamiento, selección, empaque, condiciones del clima.

2. Acopio

Zonas y sistemas de acopio, tratamiento, selección, empaque del producto.

3. Terrestre

Vías de comunicación, medios de transporte, distancia a recorrer entre etapas.

4. Almacenamiento

Tratamientos, sistemas de almacenamientos (temperatura y humedad relativa).

5. Proceso

Tipo de labores requeridas y condiciones de operación.

6. Distribución

Cadena de comercialización, manejo, empaque y clasificación del producto.

H. Temas de Reflexión

1. Qué efecto tendrá la elaboración, el almacenamiento?.

2. Cuáles son los costos y beneficios de reducir las pérdidas de postcosecha?.

3. Será preferible elegir materias primas semielaboradas de mayor valor, a fin de reducir las pérdidas durante el almacenamiento?.

4. Una buena administración en la Corporación de Abastos será suficiente para la disminución de las pérdidas de frutas y hortalizas?.

5. Un programa de Desarrollo Agrícola debe considerar primero un aumento de producción agrícola o una tecnificación del mercadeo?.

BIBLIOGRAFIA

1. AUSTIN, J.E. 1981. Análisis de proyectos agroindustriales. Madrid, TECNOS.
2. BALOGH, P. de. 1966. Almacenamiento productos perecederos. Roma, Italia. FAO.
3. CORFO. 1962. Comercialización de frutas y hortalizas de exportación. Santiago de Chile. Servicio de Cooperación Técnica.
4. FAO. 1958. La comercialización de frutas y hortalizas. Roma, Italia. FAO.
5. _____. 1970. El mercadeo, factor dinámico en el desarrollo agrícola. Roma, Italia. FAO.
6. FONDO COLOMBIANO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS "FRANCISCO JOSE DE CALDAS" ; INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS. 1974. La refrigeración como medio para disminuir pérdidas postcosecha. 2v.

7. INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA. 1983. Elementos de análisis para el desarrollo agroindustrial colombiano. Bogotá, Colombia.
8. INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA ; PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION AGROPECUARIA. 1983. Agroindustria y desarrollo económico: Ciclo de conferencias dictadas en Seminarios sobre principios de Agroindustria. Bogotá, Colombia.
9. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS 1975. Memorias de investigaciones.
10. _____. 1977. Evaluación de pérdidas de alimentos postcosechas.
11. Seminario Avanzado en Tecnología de Alimentos. (3,1978), 1978. Anales.
12. Seminario Avanzado de Tecnología de Alimentos. 1978. Anales.
13. RUIZ GARCIA, E. s.f. La estructura en la economía tradicional y sus efectos en la alimentación. Bogotá, Colombia. IICA.
14. VALDES S., H. 1980. Un ensayo para evaluar y reducir la pérdida postcosecha en Colombia. Bogotá, Colombia.

JUL 18 1917

RESERVA
NO. 1
DE BIBLIOTECA

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA
APDO. 14592 BOGOTÁ, COLOMBIA. TEL.: 2697100 CABLE CA-BOG.