

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



MODALIDAD DE TITULACIÓN

PRODUCCIÓN DE MATERIALES EDUCATIVOS

PAQUETE DIDÁCTICO

**DESCRIPCIÓN DE DAÑOS POSTCOSECHA EN FRUTOS
IMPORTADOS A LA CENTRAL DE ABASTOS DE
GUADALAJARA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTA

LOURDES HERNÁNDEZ PARTIDO

ZAPOPAN, JALISCO, NOVIEMBRE DE 2008



BIBLIOTECA CUICBA
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO
COMITÉ DE TITULACIÓN

DR. SALVADOR MENA MUNGUÍA
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
PRESENTE

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación PRODUCCIÓN DE MATERIALES EDUCATIVOS, opción, PAQUETE DIDÁCTICO, con el título:

"DESCRIPCIÓN DE DAÑOS POSTCOSECHA EN FRUTOS IMPORTADOS A LA CENTRAL DE ABASTOS DE GUADALAJARA"

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

LOURDES HERNÁNDEZ PARTIDO

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

DRA. MARÍA LUISA GARCÍA SAHAGÚN

DIRECTOR

Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

M.C. MARTHA ISABEL TORRES MORÁN

PRESIDENTE

M.C. CARLOS DURÁN MARTÍNEZ

SECRETARIO

DRA. MARÍA LUISA GARCÍA SAHAGÚN

VOCAL

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

A T E N T A M E N T E

"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 5 de noviembre de 2008.

M.C. SALVADOR GONZÁLEZ LUNA
PRÉSIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

DRA. MARÍA LUISA GARCÍA SAHAGÚN
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

A DIOS

Por permitirme completar una etapa más en mi vida.

A MIS PADRES

Bertha Delia Partido Quezada

Rigoberto Daniel Hernández Andalón

Por el apoyo moral y económico que me brindaron, por sus esfuerzos, sacrificios, cuidados y consejos.

A MIS HERMANOS

Verónica y Daniel Hernández Partido

Por convivir y compartir las diferentes etapas y momentos de nuestras vidas.

A MIS TIOS

Martha Partido Quezada

Gerardo Partido Quezada

Por el apoyo moral y económico que tuvieron durante mi desarrollo profesional.

A MIS AMIGOS

Lic. Emmanuel Romero Robles

Ing. Claudia Guadalupe Cortés Gonzales

Ing. Guillermo Medellín

Ing. Eradio Martínez

Ing. Saira Alejandra Montero Pérez

Lic. Nayely Johen Ruvalcaba Rodríguez

Por u amistad incondicional, sus consejos, su compañía y su apoyo recibidos en el transcurso de las diferentes etapas de nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA y en particular al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y a la Facultad de Agronomía, por darme la oportunidad de adquirir los conocimientos para ser una mejor persona y profesionista.

A MIS MAESTROS

Con infinita gratitud por su ayuda, por compartir sus conocimientos, experiencias, dedicación, paciencia y amistad que me brindaron en el transcurso de mi carrera profesional.

A la Dra. María Luisa García Sahagún, directora de mi trabajo de titulación, por confiar en mí, por su apoyo para poder concluir con éxito esta meta tan importante en mi vida.

A la maestra M.C. Martha Isabel Torres Morán, tutora de mis prácticas profesionales que me apoyó en mi titulación.

Al Dr. José Trinidad López Pérez, por acompañarme y apoyarme en este proyecto, con entusiasmo y porras.

Al M.C. Javier Ireta Moreno por su apoyo incondicional.

A los sinodales: Dra. María Luisa García Sahagún, M.C. Martha Isabel Torres Morán y M.C. Carlos Durán Martínez por sus puntuales observaciones y correcciones en mi trabajo de titulación..

A la Ing. Fernanda Fossas y a todas las personas que confiaron en mí y me abrieron las puertas en la Empresa Cargo Surveyors México, donde realicé mis prácticas profesionales y mi trabajo de titulación.

ÍNDICE DE CUADROS

PÁG.

Cuadro 1. Las pérdidas poscosecha de cuatro especies frutícolas almacenadas en bodegas de La Merced de la ciudad de México.	24
Cuadro 2. Ejemplos de estimaciones de pérdidas poscosecha en frutos frescos y vegetales en países desarrollados.	26
Cuadro 3. Estimación de pérdidas de poscosecha de frutos frescos en países desarrollados y subdesarrollados.	27

INDICE DE FIGURAS

PÁG.

3.1 Colorímetro marca Minolta, modelo CR-300	8
3.2 Esfera de color en la que se representan los valores de "L", "a", "b", el ángulo Hue°	10
3.3 Bayas congeladas, flácidas, blandas y de apariencia insípida	20
3.4 Congelamiento del tejido dañado posee aspecto de mojado o se vuelve traslucido	21
3.5 Pulpa traslúcida y de aspecto mojado	22
3.6 Congelamiento interno y externos	23
4.1 Termómetro para medir la temperatura de la pulpa de la fruta.	34
4.2 Refractómetro	34
4.3 El pelador de frutas (A) y el texturómetro (B)	35
4.4 Exprimidor (A) y Navaja (B)	36
4.5 Cámara fotográfica digital	36
4.6 Termógrafo	37
4.7 Bodega	39
4.8 Caja refrigerada(A) y contenedor (B)	40
4.9 Candado no alterado	40
4.10 (A) Set point digital, (B) Set point	41
4.11 Estibas en línea con espacio intermedio (A), en rueda (B) alternado (C)	41
4.12 Cajas dañadas por manejo inadecuado del transportista provocando que se desintegren los pallets (A), la fruta se ve dañada por aplastamiento de las cajas (B)	42
4.13 Cajas almacenadas dentro de una cámara fría	42
4.14 Fruta con cambios de temperatura provocando condensación (A) y pudrición (B)	43
4.15 Cajas de empaque para uvas fabricadas con plástico (A), unicel (B) y cartón (C)	44
4.16 Clasificación de daños en frutos de uva	45
4.17 Bayas sin pedicelo que se han desprendido del racimo	47
4.18 Peso del desgrane de las bolsas incluidas dentro de la caja	48
4.19 Pérdida de turgencia del escobajo, que se presenta con un marchitamiento. Pérdida del color verde característico de éste	49
4.20 Bayas acuosas	50
4.21 Partidura fina en Thompson Seedles (A) y en Red Globe (B) las microfisuras facilitan la entrada de patógenos y el daño por anhídrido sulfuroso	52
4.22 Daños internos: La pulpa está seca, sin jugo, debido a la indisponibilidad del agua por formar geles con pectinas (A) pulpa sana (B)	54
4.23 Machucón debido a un mal proceso de manipulación en la cosecha, transporte, procedimiento de embalaje (A) y (B)	56
4.24 Daño por Amonio la decoloración es de color blanco	58
4.25 Pardeamiento Interno sólo se visualizan al interior del fruto	60

4.26 Harinosidad sólo afecta la pulpa de ciruela	61
4.27 La pulpa se pardea cerca del hueso	63
4.28 Oscurecimiento del mesocarpio interno entre la epidermis y el hueso	65
4.29 Transparencia justo debajo de la epidermis	66
4.30 Pardeamiento difuso de la piel con tonalidades diversas	70
4.31 El corazón de la manzana adquiere un aspecto acuoso y traslúcido	72
4.32 Magulladura a los síntomas provocados por fuerzas de compresión, impacto y vibración A y B	75
4.33 Depresiones de color café y seco	78
4.34 Daño externo e interno afectando a la pulpa	80
4.35 Descomposición interna del fruto	81
4.36 Cuando existe de por medio el roce entre frutos se afecta la pulpa	82
4.37 Síntomas de madurez prematura. El tejido es de color café, blando, acuoso y claramente visible a través de la piel	83
4.38 Síntomas de magulladura externos(A) e internos (B)	85
4.39 Daño por roce (A), decoloración irregular de color café en la piel (B)	86
4.40 Escaldado Superficial, pardeamiento difuso en la piel y nunca compromete la pulpa.	87
4.41 Síntomas de Black end externos (A) y a veces internos (B) los lóbulos calicinales se deforman	88
4.42 La descomposición interna comienza en el interior del corazón.	89
4.43 Pardeamiento comparado con un fruto sin problema (A), pardeamiento severo (B), pardeamiento no tan severo (C) pardeamiento interno en el tejido del corazón (D).	90

INDICE

PÁG.

AGRADECIMIENTOS	<i>i</i>
DEDICATORIAS	<i>ii</i>
INDICE DE CUADROS	<i>iii</i>
INDICE DE FIGURAS	<i>iv</i>
RESUMEN	
I.- INTRODUCCIÓN	2
III.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Fisiología de poscosecha	4
3.1.1 Madurez	4
3.1.2 Índices de madurez y maduración	4
3.1.3 Madurez fisiológica	5
3.1.4 Madurez comercial	5
3.2 Normas de calidad	5
3.3 Madurez contra índices de calidad	6
3.4 Concepto de calidad de poscosecha en frutos frescos	7
3.4.1 Firmeza	7
3.4.2 Porcentaje de sólidos solubles totales	8
3.4.3 Color	8
3.4.4 pH y acidez titulable	10
3.4.5 Definición de pH	10
3.4.6 Determinación de pH y acidez titulable	11
3.5 Cosecha, selección, clasificación	11
3.5.3.1 Preenfriamiento y almacenamiento en manzana y pera	11
3.5.1. Técnicas de cosecha y almacenamiento de uva	15
3.5.1.1 Enfriamiento y almacenamiento de uva	15
3.5.2.1 Técnicas de cosecha de almacenamiento de durazno, nectarina y ciruela.	16
3.5.2.1 Enfriamiento y almacenamiento de durazno, nectarina y ciruela.	16
3.5.3 Técnicas de cosecha y almacenamiento en manzanas y peras.	18
3.5.4 Daños por bajas temperaturas de almacenamiento	20
3.5.5 Daño por congelación en uva	20
3.5.4.2 Daño por congelación en durazno, nectarina y ciruela.	20
3.5.4.3 Daño por congelación en manzana	21
3.5.4.4 Daño por congelación en pera	22
3.6 Pérdidas de poscosecha	23
3.6.1 Causas primarias	28
3.6.2 Causas secundarias	28
3.6.3 Planificación de la reducción de las pérdidas	29
3.6.4 Implantación del plan	30
3.7 Propuesta del proyecto de evaluación y reducción de pérdidas	31
3.8 Programa de educación y capacitación para reducir las pérdidas poscosecha de frutas y hortalizas	31

3.8.1. Curso de estructura educacional	31
3.8.2 Programas específicos de entrenamiento de corta duración	31
3.9 Evaluación del control de calidad de frutas y hortalizas	31
IV.- MATERIALES Y MÉTODOS	33
4.1 Materiales utilizados en una inspección de poscosecha	33
4.1.1 Termómetro	33
4.1.2 Refractómetro	34
4.1.3 Texturómetro	35
4.1.4 Pelador	35
4.1.5 Exprimidor	35
4.1.6 Cámara fotográfica	36
4.1.7 Termógrafo	36
4.2 Documentación solicitada por la empresa evaluadora	37
4.3 Puntos a inspeccionar para la uva, durazno, nectarina, ciruela, manzana y pera, cuando llega la carga directamente del contenedor o caja refrigerada	38
4.3.1 Reglas generales para la inspección condición y calidad de la fruta.	38
4.3.2 Razones por lo que se pide una inspección al seguro	39
4.3.3 Inspecciones de frutas	39
4.3.3.1 Bodega	39
4.3.3.2 Refrigeradora o contenedor	39
4.3.4 Características y condiciones de la caja refrigerada y/o contenedor.	40
4.3.5 Planes de estibas	41
4.3.6 Daños a la mercancía	41
4.3.7 Cámara fría	42
4.4. Descripción de muestreo e inspección de uva (<i>Vitis vinifera</i> L.)	43
4.4.1 Desgrane de los racimos en uva	45
4.4.1.1 Síntomas del desgrane suelen ser diferentes	46
4.4.1.2 Causas del desgrane	46
4.4.1.3 Control del desgrane	47
4.4.2 Deshidratación en uva	48
4.4.2.1 Síntomas debido a la deshidratación	48
4.4.2.2 Causas por la deshidratación	48
4.4.2.3 Control deshidratación	49
4.4.3 Bayas acuosas en uva	49
4.4.3.1 Síntomas de las bayas acuosas	49
4.4.3.2 Causas de las bayas acuosas	50
4.4.3.3 Control para las bayas acuosas	50
4.4.4 Partidura fina o hairline en uva	50
4.4.4.1 Síntoma en partiduras finas	50
4.4.4.2 Causas en partidura finas	51
4.4.4.3 Control en partidura fina	50

4.5 Descripción del procedimiento de muestreo y evaluación de durazno (<i>Prunus persica</i> , L.) , ciruela (<i>Prunus domestica</i> ,L.) y nectarina (<i>Prunus persica</i> var. Nectarina).	52
4.5.1 Harinosidad en durazno y nectarina	52
4.5.1.1 Síntomas de harinosidad	53
4.5.1.2 Causas de harinosidad	53
4.5.1.3 Control de harinosidad	54
4.5.2 Machucón en durazno y nectarina	55
4.5.2.1 Síntomas de machucón	55
4.5.2.2 Causas de machucón	55
4.5.2.3 Control en machucones	56
4.5.3 Daño por amonio en durazno y nectarina	56
4.5.3.1 Síntomas por daño por amonio	57
4.5.3.2 Causas por daño por amonio	57
4.5.3.3. Control de daño por amonio	57
4.5.4 Pardeamiento interno en ciruela y durazno	58
4.5.4.1 Síntomas de pardeamiento interno	58
4.5.4.2 Causas de pardeamiento interno	59
4.5.4.3 Control del pardeamiento interno	59
4.6 Descripción de procedimiento de muestro y evaluación de ciruela.	60
4.6.1 Daño por harinosidad	60
4.6.1.1 Síntomas por harinosidad	60
4.6.1.2 Causas por harinosidad	61
4.6.1.3 Control en harinosidad	61
4.6.2 Descomposición del tejido o gel en durazno	62
4.6.2.1 Síntomas de descomposición del tejido o gel descomposición	62
4.6.2.2 Causas de descomposición del tejido o gel descomposición	62
4.6.2.3 Control internos del tejido	62
4.6.3 Pardeamiento interno en durazno y ciruela	63
4.6.3.1 Síntomas del pardeamiento interno	63
4.6.3.2 Causas del pardeamiento interno	64
4.6.3.3 Control del pardeamiento interno	64
4.6.4 Pulpa traslúcida o transparencia de la pulpa en durazno	65
4.6.4.1 Síntomas de la pulpa traslucida	65
4.6.4.2 Causas de la pulpa traslucida	65
4.6.4.3 Control de pulpa traslúcida internos	66
4.7 Descripción de procedimiento de muestro y evaluación de fruto manzana (<i>Malus domestica</i>)	66
4.7.1 Escaldado superficial en manzana	66
4.7.1.1 Síntoma de escaldado superficial	67
4.7.1.2 Causas de escaldado superficial	67
4.7.1.3 Control de escaldado superficial	68
4.7.2 Corazón acuoso en manzana	70

4.7.2.1 Síntomas del corazón acuoso	70
4.7.2.2 Causas del corazón acuoso	71
4.7.2.3 Control del corazón acuoso.	72
4.7.3 Magulladura en manzana	73
4.7.3.1 Síntomas de magulladura	73
4.7.3.2 Causas de magulladura	73
4.7.3.3 Control de magulladura	74
4.7.4 Depresión amarga o bitter pit en manzana	75
4.7.4.1 Síntomas de depresión amarga	75
4.7.4.2 Causas de depresión amarga	76
4.7.4.3 Control depresión amarga	77
4.7.5 Daño por dióxido de carbono (CO ₂) en manzana	78
4.7.5.1 Síntomas por daño de dióxido de carbono (CO ₂)	79
4.7.5.2 Causas por daño de dióxido de carbono (CO ₂)	79
4.7.5.3 Control daño por dióxido de carbono (CO ₂)	80
4.7.6 Descomposición interna en manzana	80
4.7.6.1 Síntomas de descomposición interna	80
4.7.6.2 Causas de descomposición interna	81
4.7.6.3 Control de descomposición interna.	81
4.7.7 Daño por roce en manzana	81
4.7.7.1 Síntomas por daños por roce	81
4.7.7.2 Causas por daños por roce	82
4.7.7.3 Control de daño por roce	82
4.8 Descripción de procedimiento de muestreo y evaluación de frutos pera (<i>Pyrus communis</i> , L.)	82
4.8.1 Maduración prematura en pera	83
4.8.1.1 Síntomas debido a la maduración prematura.	83
4.8.1.2 Causas debido a la maduración prematura.	83
4.8.1.3 Control maduración prematura	83
4.8.2 Magulladura en pera	84
4.8.2.1 Síntomas de magulladura	84
4.8.2.2 Causas de magulladura	84
4.8.2.3 Control de magulladura	84
4.8.3 Daño por roce en pera	85
4.8.3.1 Síntomas por daños por roce	85
4.8.3.2 Causas por daños por roce	85
4.8.3.3 Control del daño por roce	86
4.8.4 Escaldado superficial en pera	86
4.8.4.1 Síntoma de escaldado superficial	86
4.8.4.2 Causa de escaldado superficial	87
4.8.4.3 Control de escaldado superficial	87
4.8.5 Punta negra (Black end) en pera	87

4.8.5.1 Síntomas de punta negra	88
4.8.5.2 Causas de punta negra	88
4.8.5.3 Control de punta negra	88
4.8.6 Descomposición interna en pera	89
4.8.6.1 Síntomas de descomposición interna	89
4.8.6.2 Causas de descomposición interna	89
4.8.6.3 Control descomposición interna	89
4.8.7 Pardeamiento interno en pera	90
4.8.7.1 Síntomas de pardeamiento interno	90
4.8.7.2 Causas de pardeamiento interno	90
4.8.7.3 Control de pardeamiento interno	90
V.- CONCLUSIONES	91
VI.- LITERATURA CITADA	

RESUMEN

La producción de frutas es una actividad económica de gran importancia en México. Durante el 2006 se produjeron 15,574.5 t de frutas para consumo nacional y exportación incluyendo naranja, plátano, mango, limón, manzana, melón, sandía, fresa, papaya, aguacate, uva, guayaba y piña (SIAP, 2006). Sin embargo en los últimos años han ingresado a México frutos de origen chileno incluyéndose la uva, el durazno, la nectarina, la ciruela, la manzana y la pera, que han sido aceptados por los consumidores mexicanos por su disponibilidad, precio y calidad. No todos los frutos chilenos distribuidos en la Central de Abastos de Guadalajara tienen las mejores características de calidad, algunos de ellos presentan pérdidas durante el transporte terrestre, que viene desde los puertos de Manzanillo en Colima, Lázaro Cárdenas en Michoacán y Veracruz. Considerando la importancia de identificar las posibles causas de pérdidas postcosecha se elaboró este material didáctico, con el objetivo de describir el procedimiento de evaluación de la calidad de frutos frescos, presentando imágenes con los síntomas de las principales causas de pérdidas, explicando los procesos fisiológicos involucrados y el manejo más adecuado para reducirlas y en lo posible evitarlas. Este documento servirá de guía a productores agrícolas, transportistas, comercializadores y de apoyo didáctico a profesores y estudiantes de las carreras de Agronomía en los cursos de Fruticultura y Fisiología y Manejo Postcosecha.

I.- INTRODUCCIÓN

La producción de frutas es una actividad económica de gran importancia en México. Durante el 2006 se produjeron 15,574.5 t de frutas para consumo nacional y exportación incluyendo naranja, plátano, mango, limón, manzana, melón, sandía, fresa, papaya, aguacate, uva, guayaba y piña (SIAP, 2006). Sin embargo en los últimos años han ingresado a México frutos de origen chileno que han sido aceptados por los consumidores por su disponibilidad, precio y calidad.

Aún cuando el abasto de frutos es suficiente, no todos los producidos en México e importados de Chile llegan al consumidor con la mejor calidad, debido a que durante la cosecha, transporte a la empacadora y los procesos de selección, clasificación, empaque, almacenamiento y distribución se producen daños que causan pérdidas de frutos (Yahia e Higuera, 1992). Las pérdidas en postcosecha en frutas frescas pueden deberse a causas primarias y secundarias. Las causas primarias incluyen los daños físicos o mecánicos, daños fisiológicos, por enfermedades, por plagas o por el ambiente, que ocasionan pérdidas físicas y de calidad de los frutos al generar pudrición y deterioro de tejidos, haciéndolos no aptos para el consumo en fresco ni procesado y generando excesiva pérdida de agua por evaporación. Las causas secundarias de pérdidas incluyen el manejo y factores involucrados durante el almacenamiento, el transporte y la comercialización (Siller, 2007).

La Organización de las Naciones Unidas (1977) y la Academia Nacional de Ciencias en Estados Unidos (1978) estimaron que las pérdidas postcosechas de las frutas y vegetales fueron de 5% a 25% en los países desarrollados y de 20 a 60% en los países en vías de desarrollo. Las estimaciones de pérdidas postcosecha de algunos productos de países en vías de desarrollo incluye a los siguientes frutos: plátano de 20 a 80%, papaya de 40 a 100% y uvas 27% (Yahia e Higuera, 1992). En Uruguay, una evaluación de las pérdidas, desde la cosecha hasta el consumidor, mostró que éstas pueden alcanzar valores de hasta 54% en manzanas, 48% en peras y 38% en duraznos (Falchi, 2001). En la cadena de distribución de productos frescos, el transporte juega un papel fundamental para asegurar el abasto de productos

con calidad. En el caso de la Central de Abastos de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, el transporte terrestre empleando camiones, ha constituido un medio apropiado para la movilización de pequeños volúmenes a distancias relativamente cortas, pero también en el transporte internacional es un complemento del transporte marítimo, al movilizar carga o contenedores desde puertos de embarque. Tal es el caso de la fruta importada de Chile, que llega a México en barcos cargueros durante los meses de noviembre a julio; los envíos incluyen frutos de temporal entre los que se incluyen uvas, nectarinas, ciruelas, manzanas y peras. El producto llega a los puertos de Manzanillo, Colima, Lázaro Cárdenas, Michoacán y Veracruz, Veracruz; posteriormente se traslada en cajas refrigeradas o contenedores por vía terrestre tardando uno a dos días en llegar a las centrales de abastos de México D.F., Guadalajara y Monterrey.

La calidad de la fruta chilena que llega a la Central de abastos, debe evaluarse antes de descargarse de los camiones, para ello se contratan empresas aseguradoras que realizan inspecciones de calidad y determinan la condición de la fruta. Las variables que se evalúan durante la inspección de frutas frescas basándose en las reglas de la aseguradora incluye: firmeza, el estado de calidad en base a la determinación de temperatura y los desórdenes fisiológicos, llevando a cabo el método de muestreo fruta por fruta. Los problemas más comunes presentados en los frutos son golpes o rozaduras por volcadura del camión, maduración excesiva, pudriciones y daño por frío por fallas en el motor de refrigeración.

Considerando la importancia de identificar las posibles causas de pérdidas postcosecha de algunas frutas transportadas a la Central de Abastos de Guadalajara, Jalisco se elaboró este documento siguiente, con el objetivo de describir el procedimiento de evaluación de la calidad de frutos frescos importados de Chile, presentando imágenes con los síntomas de las principales causas de pérdidas, explicación de consumismo y proponiendo el manejo más adecuado para evitarlas. Este documento servirá de guía a productores agrícolas, transportistas, comercializadores y de apoyo didáctico a profesores y estudiantes de las carreras de Agronomía en el curso de Fisiología y Manejo Postcosecha.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Fisiología poscosecha

3.1.1 Madurez

La calidad de las frutas consiste en que los productos tengan buena apariencia y pocos defectos visuales, es importante que un cultivo tenga un rendimiento atractivo, que sea resistente a las enfermedades, fácil de cosechar y sobre todo que posea buena calidad durante el proceso de comercialización, así como la firmeza y una larga vida de almacenamiento. Esto hace que los consumidores perciban calidad de frutas son cuando se ven bien, tienen buena firmeza y parezcan tener buen sabor y valor nutritivo (Kader, 1992).

3.1.2 Índices de madurez y maduración

Aunque la madurez sólo es una característica de calidad, en los productos perecederos tiene una gran influencia en el comportamiento postcosecha durante la comercialización, así como sobre la calidad organoléptica final. Una definición más completa de madurez hortícola sería "La fase en la cual un producto ha alcanzado un estado suficiente de desarrollo como para que después de la cosecha y del manejo postcosecha (incluyendo la maduración comercial si se requiere) su calidad sea, por lo menos, la mínima aceptable". En varias frutas la calidad que corresponde a la madurez fisiológica será muy diferente de la óptima. En la mayoría de los vegetales, la madurez hortícola óptima coincide con una excelente calidad de consumo final.

De acuerdo con Kader (1992) cuando se busca un método para determinar la madurez de un producto perecedero deben considerarse los siguientes puntos:

- a) Las mediciones deben ser simples, fáciles de llevar a cabo en el campo y requerir equipo relativamente barato.
- b) El índice de frutas debe ser objetivo de preferencia (una determinación cuantitativa) en lugar de subjetivo (una evaluación).

c) El índice debe relacionarse de la misma forma de calidad y vida postcosecha del producto sin que importen los productores, el distrito o la estación.

d) El índice debe representarse un cambio progresivo con incremento en la madurez de manera que pueda predecirse la fecha de maduración.

3.1.3 Madurez fisiológica

La madurez fisiológica se refiere a la etapa del desarrollo de la fruta u hortaliza en que se ha producido el máximo crecimiento y maduración. Generalmente está asociada con la completa madurez de la fruta. La etapa de madurez fisiológica es seguida por el envejecimiento. No siempre es posible distinguir claramente las tres fases del desarrollo del órgano de una planta (crecimiento, madurez y envejecimiento) porque las transiciones entre las etapas son a menudo muy lentas y poco diferenciadas (Kader *et al.*, 1985).

3.1.4 Madurez Comercial

La madurez comercial se conoce como madurez hortícola y se refiere a que goce de un rendimiento atractivo de frutas, además de ser resistente a las enfermedades, fácil de cosechar y sobre todo que posea buena calidad durante el proceso de comercialización. Para los mayoristas y distribuidores lo más importante en los productos hortícolas es la calidad en términos de la apariencia, así como la firmeza y una larga vida de almacenamiento, por otra parte, los consumidores perciben que las frutas tienen una buena calidad, firmeza y sabor nutritivo, aunque compren con base en la apariencia y el tacto, en última instancia su satisfacción depende de la calidad en el momento en que las consumen (Kader *et al.*, 1985).

3.2 Normas de Calidad

Las normas de calidad generalmente están basadas en el estado de madurez de los frutos siendo una combinación que les proporciona un valor como alimento humano, para los productos perecederos es un intento de dar respuestas objetivas a la frecuente pregunta “¿Qué tan bueno es el producto?”

estos grados de clasificación son de gran importancia en el mercadeo de frutas y vegetales porque:

a) Proporcionan una terminología básica para el comercio entre productores, introductores, procesadores y compradores en los diferentes mercados.

b) Ayudan a los productores y distribuidores a realizar una mejor preparación y etiquetado de los productos hortícolas para el mercadeo.

c) Sirven como base para reportes de mercadeo. Los precios y las disponibilidades de productos utilizados por el servicio de noticia del mercadeo federal y estatal en diferentes partes de los Estados Unidos (E.U.A.) serían de muy poco valor si no estuviesen basados en productos de calidad comparable.

d) Ayudan a resolver conflictos y reclamaciones de daños entre productores, compradores o vendedores.

Algunas agencias abastecedoras privadas o gubernamentales utilizan las normas de clasificación para comprar frutas y vegetales frescos. En el Código Agrícola de California, las normas para frutas y vegetales sirven como estándares mínimos obligatorios. Estas normas equivalen a los requerimientos de calidad para un grado US No.2 (Calidad Media). En las normas de clasificación en E.U.A. incluyen una variedad de categorías de las cuales las más importantes son "US Fancy", "US Núm 1" (Calidad Suprema), "US Núm. 2"(Calidad Media) y "US Núm. 3"(Calidad Baja). Las normas de clasificación de la Comunidad Económica Europea incluyen las siguientes categorías de calidad: Extra-clase= calidad superior, Clase 1=buena calidad y Clase II=calidad comercializable (Yahia e Higuera, 1992).

3.3 Madurez contra índices de calidad

De acuerdo con Kader (1992) la mayoría de los índices de calidad también son factores de calidad, pero hay muchos índices de calidad que no se utilizan para determinar el estado óptimo de cosecha. La calidad final del consumo de las frutas y vegetales no puede ser determinada en forma precisa

únicamente por factores de apariencia. La fecha de cosecha (basada en índices de madurez) se complica por las grandes diferencias que ocurren en la velocidad de desarrollo y maduración de plantas individuales, o de órganos de la misma planta, arbusto o árbol. Esta variabilidad en la maduración fisiológica y comercial es especialmente importante, cuando se utiliza la cosecha mecánica.

La variabilidad se relaciona con prácticas de cultivo de precosecha y con factores ambientales. Todas las frutas con pocas excepciones como la pera Barlett, alcanza su calidad óptima para el consumo cuando se madura completamente en el árbol o en la planta. A consecuencia de las limitaciones del sistema de distribución postcosecha, las frutas completamente maduras no pueden ser llevadas al consumidor, con excepción de aquellos que puedan venderse al pie de las carreteras o en casos especiales en que se permite que el consumidor entre a los campos y realice su propia cosecha. Por lo tanto, debe buscarse un punto medio entre la madurez y la calidad óptima (Kader, 1992).

3.4 Concepto de calidad poscosecha en frutos frescos

Los índices más utilizados para medir la madurez de un fruto son el color de fondo, la firmeza, el contenido de sólidos solubles, la prueba de almidón y la acidez . Otros, como número de días desde plena floración, la intensidad de respiración y la producción de etileno son más indicados para estudiar las características fisiológicas, aunque su correlación con el grado de maduración y con la calidad según el criterio del consumidor, rara vez es completamente satisfactoria (Angón-Galván *et al.*, 2006). A continuación se describen los parámetros señalados.

3.4.1 Firmeza

Esta medida se relaciona con un nivel de madurez y puede estar influenciada por la variedad del producto y la región y condición de cultivo. El texturómetro aparato que mide la firmeza de frutos, se utiliza por productores, empacadores y distribuidores para contribuir a determinar la etapa de

maduración de un fruto y por los vendedores de menudeo para detectar la presencia de un sabor agradable para el consumidor y estimar la vida de anaquel. La cosecha de las frutas con una firmeza adecuada es un factor de primera importancia, debido a que de ella depende la duración de almacenamiento del fruto, así como de la calidad del producto final, y la aceptación por parte del consumidor.

3.4.2 Porcentaje de sólidos solubles

Durante la formación de la pulpa de una fruta, se depositan nutrientes en forma de almidón que se transforma en azúcares durante el proceso de maduración. El avance del proceso de maduración lleva en aumento en los niveles de azúcar. Este método es en especial conveniente para frutas maduras y jugosas, con un contenido importante de azúcar, para determinación de los Sólidos solubles totales (SST); esta evaluación se basa en la capacidad para desviar la luz de los azúcares en un jugo, por medio del refractómetro el cual mide los SST como porcentaje en grados Brix. La espectroscopia del infrarrojo (IF) utiliza otra zona del espectro y está siendo cada vez más empleada para determinación, por procedimiento no destructivo., del contenido de azúcares y su correlación con la madurez. Esta técnica ha sido utilizada satisfactoriamente en frutos de melón (Yahia e Higuera, 1992).

3.4.3 Color

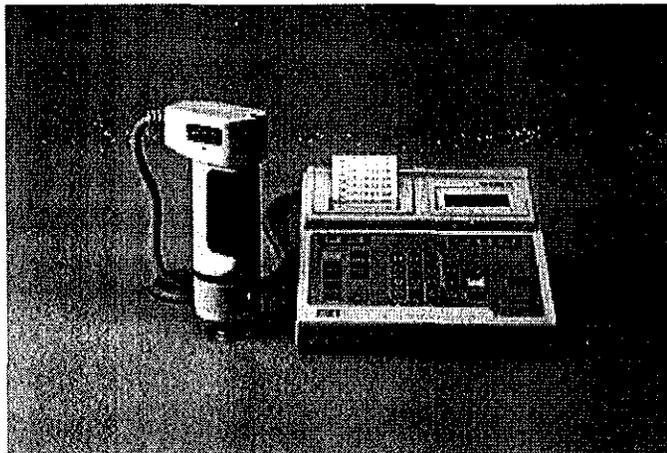


Figura 3.1 Colorímetro marca Minolta, modelo CR-300.

El color es un parámetro muy importante que permite identificar el estado de madurez de un producto. La determinación del color se realiza con un equipo denominado colorímetro y se describe a continuación:

Colorímetro

Un colorímetro identifica el color y el matiz para una medida más objetiva del color. El colorímetro también es un instrumento que permite la absorbancia de una solución en una específica frecuencia de luz a ser determinada. Es por eso, que hace posible descubrir la concentración de un soluto conocido que sea proporcional a la absorbancia. Diferentes sustancias químicas absorben diferentes frecuencias de luz. Los colorímetros se basan en el principio de que la absorbancia de una sustancia es proporcional a su concentración, y es por eso que las sustancias más concentradas muestran una lectura más elevada de absorbancia. Se usa un filtro en el colorímetro para elegir el color de luz que más absorberá el soluto, para maximizar la precisión de la lectura. El color de luz absorbida es lo opuesto del color del espécimen, por lo tanto un filtro azul sería apropiado para una sustancia naranja. Los sensores miden la cantidad de luz que atravesó la solución, comparando la cantidad entrante y la lectura de la cantidad absorbida. Se realiza una serie de soluciones de concentraciones conocidas de la sustancia química en estudio y se mide la absorbancia para cada concentración, así se obtiene una gráfica de absorbancia respecto a concentración. Por extrapolación de la absorbancia en una gráfica se puede encontrar el valor de la concentración desconocida de la muestra.

En el caso del colorímetro Minolta, modelo CR-200b, el muestreo se realiza tomando 2 muestras de color por fruto en sentido opuesto, en la región ecuatorial. Para esto se utilizan los términos L^* , a^* y b^* de la Comisión Internacional en Iluminación (CIE) según la cual el L^* mide el brillo de la superficie, el a^* representa la intensidad del color verde o rojo y el b^* la intensidad del color azul o amarillo. Los valores de a^* y b^* son utilizados para calcular el tono (Cr^*) por la fórmula $Cr^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ y el ángulo Hue^* o ángulo del color empleando la fórmula $Hue^* = Tg^{-1} (b^*/a^*)$. Los ángulos y valores mencionados se ubican en el siguiente plano cartesiano en el que se distribuyen los colores:

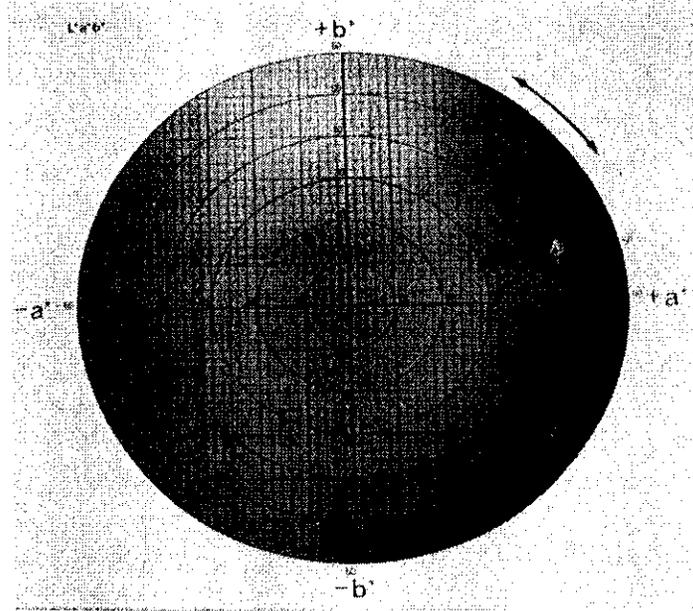


Figura 3.2 Esfera de color en la que se representan los valores de “L”, “a”, “b”, el ángulo Hue°.

Para determinar el color en los frutos se utiliza un equipo portátil denominado colorímetro, que utiliza sensores que simulan el modo en que el ojo humano ve el color. El colorímetro expresa el color en forma numérica y cuantifica la diferencia de color entre un estándar y una muestra de producción (Wikipedia, 2008).

3.4.4 pH y acidez titulable.

3.4.5 Definición de pH

El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógenos ($= H^+$) (= protones) en una solución. Numéricamente es el logaritmo negativo de la concentración que se expresa en moles por litro (M). El agua pura espontáneamente se disocia en iones, formando una solución de 10^{-7} M de H^+ (y OH^-). La negativa de este logaritmo es de 7, por lo que el pH del agua pura es de 7 o neutra. Soluciones con una mayor concentración de H^+ que se produce en el agua pura, tienen valores de pH por debajo de 7 y son ácidas.

Soluciones que contienen iones o moléculas que reducen la concentración de H^+ por debajo de la de agua pura tienen valores de pH por encima de 7 y son básicas o alcalinas (Ortiz y Ortiz, 1984).

3.4.6 Determinación de pH y acidez titulable:

Generalmente se utilizan las técnicas descritas en la A.O.A.C. (1990). Para determinar el porcentaje de acidez titulable total (% Ác. Cítrico o Ác. málico). Para ello se toma una alícuota de 50 mL de muestra molida y filtrada, la cual se lleva a un titulador automático Mettler (Mod. DL21. SNR: M16127, U.S.A.) en la que se determina el pH y posteriormente el porcentaje de acidez. La muestra se titula con NaOH 0.1 N (Sigma Chemical Co.). Los resultados se expresan en porcentaje de ácido cítrico o málico y se sustituyen en las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ Ácido cítrico} = \frac{(\text{Gasto de NaOH}) (\text{Normalidad del Hidróxido}) (\text{Factor 6.4})}{(\text{g de muestra})}$$

$$\% \text{ Ácido málico} = \frac{(\text{Gasto de NaOH}) (\text{Normalidad del Hidróxido}) (\text{Factor 6.7})}{(\text{g de muestra})}$$

3.5 Cosecha, selección, clasificación

3.5.3.1 Preenfriamiento y almacenamiento en manzana y pera.

El preenfriado es un proceso de eliminación rápida del calor de campo de los productos cosechados. Un producto altamente perecedero que tiene una vida de anaquel de 2 días (48 horas) a 20° C, puede perder su calidad comercial en 16 horas a 30° C, pero tener una vida de anaquel de 18 días si se enfría rápidamente y se mantiene a 0° C. Normalmente el preenfriamiento se

lleva a cabo en un periodo de 24 horas de las cosecha, pero para productos altamente perecederos como las frutas bayas este procedimiento debe aplicarse en un lapso de 1 a 3 horas menos (Yahia e Higuera, 1992). El preenfriado tiene una serie de ventajas en los productos perecederos desde el punto de vista de fisiología postcosecha de la siguiente manera:

1.- Disminuye la velocidad de respiración y los cambios bioquímicos relacionados con este proceso que conlleva a un deterioro en la calidad (ejemplo, la pérdida de dulzura en el maíz) y la senescencia. La velocidad de evaporación está directamente relacionada con la temperatura.

2.- Disminuye la velocidad de transpiración y pérdida de agua. Al reducir la temperatura por medio del enfriamiento, la presión del vapor del producto también disminuye. Esto a su vez disminuye el gradiente en la presión de vapor entre el producto y su atmósfera circundante. Mientras menor sea el gradiente de presión de vapor, menor será la velocidad de transpiración.

3.- La velocidad de producción de etileno y la sensibilidad del producto a este gas, disminuye a medida que el producto se enfría. El etileno provoca la maduración y senescencia en muchos productos.

4.- El inicio de la maduración en frutas climatéricas puede retardarse. Esto es particularmente importante en frutas que deben mantenerse en el estado preclimatérico durante su transporte. El plátano es un buen ejemplo.

5.- Reduce las infecciones microbianas y el crecimiento de microorganismos por ende el deterioro de los productos. Por ejemplo el hongo *Botrytis* de las fresas se inhibe a temperaturas de de 0° C.

Por estas razones, los productos hortícolas que son preenfriados adecuadamente tienen una mayor capacidad de transporte, mayor vida de anaquel, una apariencia más atractiva y mejor calidad de consumo final.

El preenfriamiento es un proceso de eliminación rápida del calor de campo de los productos cosechados. Muy a menudo se utiliza poco después de que los productores se cosechan y antes de enviarlos a su destino, aunque esto es poco frecuente; también se utiliza antes del almacenamiento o procesamiento.

Muchos productos hortícolas son altamente percederos, particularmente a temperaturas altas. La velocidad de deterioro de la calidad está relacionada con la temperatura de tal forma, que $Q_{10} = 2$ a 3 . Esto significa que si un producto tiene un Q_{10} de 3 y la velocidad de deterioro es 1 a 0°C , la velocidad de deterioro a 10°C será de 3 , a 20°C es 9 y a 30°C es 27 (Yahia e Higuera, 1992).

Después de cosechar los frutos se realiza el enfriamiento en cuartos refrigerados es una forma sencilla de enfriamiento por aire. Este método no difiere mucho del de refrigeración, con excepción de que los productos empacados se estiban con espacios entre las filas. El aire frío se descarga con un extractor y se moviliza de manera casi horizontal por debajo del techo y luego en flujo vertical hacia el piso; posteriormente regresa a la entrada del extractor. El aire frío entra en contacto con los recipientes y los productos durante su trayectoria hacia abajo y su flujo de retorno. La superficie en contacto con el aire frío se enfría principalmente por convección, y el calor contenido en los productos se transfiere a la superficie fría por conducción.

La estrategia de incrementar la velocidad de enfriamiento incluye la reducción de la temperatura de la temperatura del aire, el incremento en la velocidad del aire y el incremento del área de contacto. La temperatura del aire de enfriamiento puede estar en el punto de congelación o varios grados por debajo, cuando no hay peligro de congelar los productos. Una velocidad de flujo de aire de al menos 61 a 122 metros por minuto ha sido recomendado (Kader *et al.*, 1985). La superficie de contacto puede incrementarse utilizando recipientes con ventilación y estibando los recipientes de tal manera que el aire que fluya se ponga en contacto con todas las superficies del recipiente.

Para evitar que los productos recién almacenados se calienten, el aire se pasará a través de los productores ya enfriados en el mismo cuarto, que puede estar dividido en varias secciones, y el aire frío se puede dirigir a cada sección y hacerse retomar pasando por los pasillos desocupados (Kader *et al.*, 1985). Este método es bueno para todos los productores, pero puede ser demasiado lento para enfriar algunos altamente percederos. Muchas frutas se enfrían por este método. Las uvas, ciruelas, duraznos, cerezas y bayas pueden enfriarse a

5°C en 12 horas en un buen sistema de enfriamiento con aire. Las manzanas colocadas en cajas de madera, puede requerir de más tiempo. Las cajas empacadas de manzana y peras pueden requerir uno o varios días para enfriarse. La mayoría de los vegetales o frutas más perecederos normalmente no son enfriadas por este método, ya requieren de un enfriamiento más rápido.

El enfriamiento con aire forzado es diferente del método anteriormente descrito, porque en este sistema, el aire frío forzado a moverse a través de los recipientes ventilados y entra en contacto directo con los productos. En el enfriamiento en cuartos normales el aire sólo entra en contacto con los recipientes. El aire puede ser reforzado a pasar a través de los recipientes, de tal forma que se produzca una ligera diferencia de presión entre los lados opuestos de ellos. Los recipientes deben tener hoyos de ventilación de tamaño adecuado y no debe haber materiales de envoltura que bloqueen el flujo de aire a través de los recipientes.

La diferencia de presión se genera utilizando extractores que jalen el aire de un extremo y lo hacen pasar por medio de cajas, de tal manera que tengan que pasar por el interior de ellas en vez de pasar solamente por su alrededor. Los cuartos con ventilación natural pueden convertirse a cuartos de enfriamiento de aire forzado, utilizando buenas técnicas de estibado y deflectores para el aire. Hay varios tipos de cuartos enfriadores de aire, incluyendo el túnel de aire forzado, el sistema que utiliza paredes frías y el enfriamiento con serpentines; éstos describen en Kader *et al.* (1985). La velocidad de flujo de aire en el sistema de enfriamiento con aire forzado es más alta que en el caso del enfriamiento por convección natural.

El aumento del área de contacto entre los productores calientes y el aire frío y de la velocidad de flujo de aire aumenta sustancialmente la velocidad del enfriamiento. Por tanto, la velocidad de enfriamiento en cuartos de aire forzados es de 4 a 10 veces más rápida que en los cuartos por colección natural. Muchas frutas y algunos vegetales pueden ser enfriados por medio de enfriamiento con aire forzado. Es particularmente útil para productos altamente perecederos que no pueden ser enfriados con agua (hidroenfriado) o por vacío, como el caso de uvas y bayas. Es útil para frutas cítricas, frutas de hueso y

frutos pomos. El costo del enfriamiento con aire forzado es más alto que el enfriamiento por convección natural, porque el primero de abanicos y de una capacidad de refrigeración más alta Kader *et al.* (1985).

3.5.1 Técnicas de cosecha y almacenamiento de uva.

La uva de mesa normalmente se cosecha a mano y se empaqueta en el viñedo. El cosechador realiza una selección y arreglo del racimo. Los frutos cosechados son trasladados al empaque al final de la hilera del viñedo. La unidad de empaque está sombreada y contiene espacio para algunas cajas de campo, una balanza y un lote de cajas para empacar. Se requiere de un cosechador y alrededor de cuatro empacadores para operar una unidad. Las cajas empacadas son acumuladas hasta un número apropiado para ser transportada, paletizada (estibación de cajas) y preenfriadas. Normalmente las cajas son mantenidas en la calle hasta por 5 horas antes de ser transportadas. Después de que la uva ha sido paletizada se preenfriaba usando un cuarto frío en el que se utiliza comúnmente aire forzado para bajar la temperatura del fruto hasta 2°C aproximadamente.

En este sistema, la supervisión y el control de calidad será muy difícil, puesto que el cosechador es también seleccionador, arreglador y empacador de los racimos. La uva de mesa también puede ser empacada en empaque "ambulante" o empacador. Los cosechadores ponen los racimos en cajas de campo con una capa de profundidad y sin arreglar, posteriormente son trasladadas a la empacadora en donde los racimos son arreglados y empacados en cajas de distribución, las cuales son movidas por bandas mecánicas para paletizar, preenfriar y fumigar (Yahia e Higuera, 1992).

3.5.1.1 Enfriamiento y almacenamiento de uva. Se debe considerar la temperatura durante la cosecha de la uva, porque los tallos del racimo perderán agua más rápidamente que las bayas, causando que se sequen y quiebren fácilmente durante el manejo. Por tanto, es esencial limitar la exposición del fruto a temperaturas altas y preenfriar lo más pronto posible después de la cosecha, pues un rápido enfriamiento es esencial para remover el calor de campo, minimizar la pérdida de agua, reducir el nivel de respiración y retardar el desarrollo de organismos putrefactores. El preenfriamiento con aire

forzado es el método ideal para uvas, por su eficiencia para bajar la temperatura del fruto en un periodo corto, haciendo posible que se envíen uvas que fueron cosechadas y empacadas el mismo día. Idealmente el fruto debe ser mantenido durante el transporte y almacenamiento a una temperatura de -1°C y de 90% de humedad relativa (Yahia e Higuera, 1992).

3.5.2 Técnicas de cosecha y almacenamiento en durazno, ciruela y nectarina.

El fruto debe cosecharse cuando haya logrado una madurez fisiológica que permita que el proceso de maduración comercial sea el adecuado y que pueda llevarse a su punto final. En el caso de durazno, nectarina y ciruela la fecha de cosecha se determina por cambios de color. En durazno y nectarina el cambio de fondo de piel va de verde a amarillo. Se recomienda medir la firmeza del fruto en cultivares en los que el color de piel se encuentra enmascarado por el desarrollo completo de un color rojo antes de la maduración. Se consideran "listas para comer" las frutas que tengan una firmeza de pulpa de 2-3 libras de presión (Crisosto *et al.*, 2008).

Deben darse instrucciones claras y precisas al personal en cuanto a la cosecha, así como el manejo de productos hortícolas de que se trate. El manejo y transporte del fruto es, una vez que los índices de madurez han sido establecidos debe tenerse un gran cuidado en no dañar la fruta durante su cosecha y transporte. Los pizcadores deben tener cuidado en no golpear el fruto al vaciarlo al recipiente de transporte (Yahia e Higuera, 1992). El transporte a la planta empacadora debe ser llevado con cuidado, es decir, evitar golpear el fruto en el trayecto. Por ejemplo, las estibas deben ser cargadas y descargadas solo una vez, los carros para transporte deben usar los mejores caminos disponibles o de preferencia pavimentados, a una velocidad mínima aceptable. Puede ocurrir daño excesivo por impacto al fruto, cuando los vehículos no cuentan con un sistema de suspensión adecuado cuando son manejos a alta velocidad o en caminos de malas condiciones.

3.5.2.1 Enfriamiento y almacenamiento de durazno, ciruela y nectarina. Para mantener la calidad de la fruta, esta se debe enfriar lo más pronto posible. La temperatura de almacenamiento para ciruela, nectarina y durazno fluctúa entre

-1 y 0°C, con una humedad relativa de 90 a 95% y una velocidad de aire de 50 pies cúbicos/ minuto (Crisosto *et al.*, 2008).

El encafecimiento (es un pardeamiento de la pulpa) es el principal problema y éste se presenta en un fruto almacenado por un periodo de 2 a 4 semanas de 0°C a 10°C de temperatura.

Este problema es aún más fuerte a temperaturas de 2°C a 5°C y el grado de severidad depende también del cultivar. El encafecimiento se presenta alrededor de la semilla.

El sistema de enfriado de un cuarto convencional no es adecuado para manejar eficiente y económicamente grandes volúmenes de fruta. La selección debe hacerse entre el hidrogenfriado o el sistema de aire forzado. El hidrogenfriado es el método más comúnmente utilizado. En ambos sistemas, el preenfriado debe llevarse a cabo lo más pronto posible después de la cosecha. Los costos de preenfriado pueden ser abatidos al realizar la cosecha durante la parte más fría del día.

La remoción del calor del campo es el proceso que requiere del mayor consumo de energía en cualquier sistema. El daño que sufre el fruto en la línea de empaque tiende a ser menor cuando la temperatura se mantiene de 5° C a 20° C. Al exceder de estas temperaturas se presenta mayor daño mecánico y físico en el fruto. Cuando se usa el hidrogenfriado es muy importante clorinar el agua (50-100ppm) para desinfectar el fruto. Después del enfriado se lleva a cabo la selección del fruto, descartando aquellos que no tengan el tamaño requerido o aquellos malformados o golpeados. Posteriormente, el fruto se lava, cepilla, encera, separa por tamaños y se empaca. Sin embargo, después de haber sido cepillados los frutos son muy susceptibles a la pérdida de agua y al marchitamiento. Los fungicidas normalmente se incluyen con la cera para el control de enfermedades. La prevención de daños en el fruto es el factor más importante a considerar durante las operaciones físicas y mecánicas del fruto. Deben realizarse todos los esfuerzos posibles para prevenir estos daños y así obtener un fruto de calidad (Yahia e Higuera, 1992).

3.5.3 Técnicas de cosecha y almacenamiento en manzanas y peras.

La plantación de manzanos y peras es un punto muy importante. Debemos saber con anticipación cuándo las frutas estarán en punto para cosecharse; es necesario haber podado los árboles para obtener un buen rendimiento y permitir que los cosechadores tengan fácil acceso a todas las frutas del árbol proporcionando espacio para que las escaleras puedan colocarse adecuadamente. Es también importante saber cuántos cosechadores será necesario contratar para poder levantar la cosecha cuando todavía se cuenta con un buen rango de madurez fisiológico para ser almacenada y comercializada.

Por ejemplo, las peras Bartlett se ablandan una libra en cuatro días, como normalmente se cosecha dentro de un rango de dos libras esto significa que si la cosecha empieza en la parte alta del rango, toda deberá llevarse a cabo dentro de un periodo de 8 días. La mayoría de las otras variedades de peras se ablandan más lentamente, por lo que deben ser cosechadas dentro de un rango óptimo de firmeza durante un tiempo de 10 a 14 días (Yahia e Higuera, 1992). Las instrucciones dadas a las cuartillas de cosechadores sobre cómo un rango de madurez es deseable, pueden ser descritas en términos de desarrollo del calor óptimo en la cáscara. La revisión de las manos de los mismos, es una actividad principalmente para asegurar que las uñas están cortas, además de que no utilicen joyería punzo cortante o ropas que puedan lastimar las frutas, es una labor necesaria de cada supervisor.

Se debe instruir a los cargadores a subir y bajar escaleras sin golpear las bolsas con fruta para evitar heridas y posteriormente reducir la invasión de patógenos. También se les debe capacitar para que realicen una descarga cuidadosa de las bolsas de pizca en las cajas de campo y en las estibas. Conviene asegurar que todo el equipo de cosecha, incluyendo escaleras, bolsas y cajas se encuentren en buen estado antes de iniciar la cosecha. Finalmente, se revisa que los cambios de acceso y de salida de los huertos estén en buenas condiciones y que los conductores tomen la ruta más adecuada hacia el empaque. Si el camino se encuentra en mal estado, con muchos baches, los choferes deberán manejar más despacio, inclusive puede

cambiarse el sistema de amortiguamiento en los carros o sacar un poco de aire de las llantas para que se amortigüe el peso. En el contenedor se descarga el producto lo más cuidadosamente posible.

En el empaque normalmente las mujeres trabajan mejor en la línea de selección que los hombres. Tan pronto como las frutas sean seleccionadas y empacadas es importante que se enfríen lo más rápido posible. La fruta que llega tardíamente durante el día debe enfriarse en las cajas de campo, luego debe seleccionarse mientras esté fría al día siguiente. Es conveniente mantener registros y agrupar las frutas de acuerdo a madurez y condición de tal manera que pueda comercializarse ordenadamente. Se deben vender primero las frutas que se considera no durarán un lapso largo si son almacenadas (Yahia e Higuera, 1992).

Se deben identificar a los miembros de las mejores cuadrillas de cosechadores y entrenar a aquellos que están dañando la fruta, así como recompensar a quienes realicen un mejor manejo. Asimismo, debe observarse a los operadores de montacargas y ver qué tan cuidadosamente son capaces de manejar las estibas. El colocar una estiba en el suelo con fuerza probablemente dañe la mayoría de las frutas de esa caja. Finalmente, en la bodega debemos mantener buenos espacios entre pellets para tener una buena circulación de aire, por lo general se recomienda un espacio de 5 a 6 cm entre cajas de 10 cm a 15 cm de la pared. Es importante registrar temperaturas de almacenamiento al menos dos veces al día.

Es aún mejor tener un sistema de registro continuo de temperatura. Es necesario conocer dónde hay puntos fríos y calientes dentro del almacén y tratar de obtener mayor circulación de aire hacia los puntos calientes, de tal manera que pueda mantenerse una temperatura más uniforme. Se tiene que medir la temperatura de la fruta en el núcleo, en diversas fases del proceso. La temperatura del aire puede fluctuar, pero es más importante que las frutas se mantengan a la temperatura óptima. La mayoría de las variedades de manzana se almacenan a temperaturas de 0° C aunque existen variedades que son sensibles a bajas temperaturas. Las variedades sensibles incluyen a Yellow Newton, McIntos y Cortland.

Algunas variedades como Golden Delicious son sensibles al marchitamiento, porque tienen una cutícula delgada de cera y una apertura lenticular muy grande (Yahia e Higuera, 1992).

3.5.4 Daños por bajas temperaturas de almacenamiento

3.5.4.1 Daño por congelación en uva. El congelamiento se producen al exponer la fruta a temperaturas bajo el punto de congelación, puede ocurrir en la etapa de enfriado, almacenamiento, transporte o centros de distribución por una falla en el sistema de refrigeración. En la expresión del daño influye la temperatura y el tiempo al cual fue expuesto a esas temperaturas. La temperatura del punto de congelación va a depender de la variedad y del contenido de sólidos solubles. A mayor contenido de sólidos solubles en la fruta, menor es el punto de congelamiento. Las cajas de fruta almacenadas cerca del evaporador son los más susceptibles de ser dañados (Zoffoli y Gaudlitz, 2004). Se van desarrollando de acuerdo a la severidad del daño, al inicio las bayas se vuelven flácidas, blandas y de apariencia insípida. Después de un severo congelamiento, la fruta se llena de agua debido a la ruptura celular y su superficie se coloca húmeda y pegajosa; el tejido se torna gris o café (Figura 3.3).



Figura 3.3 Bayas congeladas, flácidas, blandas y de apariencia insípida.

3.5.4.2 Daño por congelación en durazno, nectarina y ciruela. En general, pueden obtenerse ventajas cuando la temperatura se mantiene baja. El proceso de respiración es más lento al mantener la temperatura a 0 grados. El congelamiento del fruto no sucede hasta que la temperatura del mismo es de 0.8 grados, dependiendo del contenido total de sólidos solubles en el tejido. El mantenimiento ideal es de 0 grados, y llega a tener un ablandamiento en temperaturas de 3 grados. En temperaturas de 2 a 7 °C una coloración

parduzca más severa se presenta alrededor de la semilla. El color de la pulpa es anormal y también incluye la pérdida del sabor ocasionando así un verdadero problema, sobre todo porque sus síntomas son internos y algunas veces no se detectan durante el manejo (Yahia e Higuera, 1992).

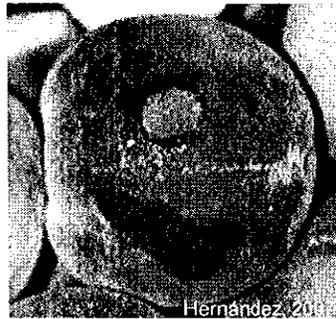


Figura 3.4 Congelamiento tejido dañado posee aspecto de mojado o se vuelve traslúcido.

3.5.4.3 Daño por congelación en manzana. Este daño se produce al exponer la fruta a temperaturas bajo el punto de congelación, puede ocurrir en la etapa de enfriado, almacenamiento, transporte o centros de distribución por una falla en el sistema de refrigeración. También se puede encontrar en fruta almacenada cercana al evaporador (lugar donde se producen las menores temperaturas), tercio superior de las cajas cosechadoras, cajas superiores y esquinas de pallet, o en la cara más expuesta de la fruta. En la severidad del daño influyen la temperatura y el tiempo de exposición que estuvo expuesta la fruta bajo el punto de congelación, y el contenido de sólidos solubles.

En manzanas el tejido cercano al corazón contiene menos sólidos solubles que el resto de la pulpa, por eso es más sensible a congelarse. Las temperaturas del punto de congelación para la mayoría de las variedades varía entre -1.4° y -2.3° C. La pulpa se vuelve traslúcida y de aspecto mojado, con el transcurso del tiempo y severidad se pardea el tejido y se forman cavidades. Cuando se daña la epidermis aparecen manchas de color café (figura 3.5). Es necesario manejar el historial de la fruta, ya que estos síntomas se pueden confundir con otros desórdenes como corazón acuoso o escaldado superficial (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).



Figura 3.5. Pulpa traslúcida y de aspecto mojado.

3.5.4.4 Daño por congelación en pera. Este daño se produce al exponer la fruta a temperaturas bajo el punto de congelación, puede ocurrir en la etapa de enfriado, almacenamiento, transporte o centros de distribución por una falla en el sistema de refrigeración. En la expresión del daño influye la temperatura y el tiempo al cual fue expuesto a esas temperaturas. La temperatura del punto de congelación va a depender de la variedad y del contenido de sólidos solubles, pero en general se estima un rango entre $-1,4^{\circ}$ a $-2,3^{\circ}$ C. A mayor contenido de sólidos solubles totales en la fruta, menor es el punto de congelamiento. Cuando el daño es leve sólo se produce hielo en los espacios intercelulares dando la apariencia de mojado y puede ser reversible.

A medida que la severidad aumenta se produce pérdida de agua desde del interior de la célula, generando deshidratación irreversible, hay ruptura de la membrana celular, daño al sistema vascular y pardeamiento de las zonas afectadas, en esta etapa se puede confundir el desorden con pardeamiento interno. Las cajas cosechadas de fruta almacenadas cerca del evaporador son los más susceptibles de ser dañados. Los síntomas van desarrollándose de acuerdo a la severidad del daño. La pulpa comienza con una apariencia mojada y traslúcida (Figura 3.6), luego adquiere una tonalidad parda clara, se deshidrata y forma cavidades. La zona del tejido del córtex externo se vuelve verdosa y acuosa y el pardeamiento de las zonas dañadas es más intenso. En ocasiones la piel se torna de color café, afectando también las células subepidermales (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

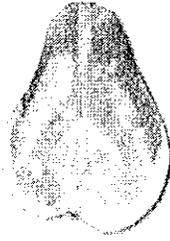


Figura 3.6 Congelamiento internos y externos (Zoffoli *et al.*, 2004).

3.6 Pérdidas postcosecha

Las pérdidas postcosecha tienen importantes implicaciones económicas, pues se trata de alimentos que ya vienen gravados con costos de producción y cosecha, pero además, dependerán del sitio a donde sean enviados, los costos adicionales de acondicionamiento, transportación, almacenamiento y distribución. La importancia de los estudios sobre pérdidas postcosecha radica en que arrojan información sobre el comportamiento de cada uno de los componentes del sistema y de la forma en que interaccionan, lo que permite conocer el volumen, valor, tipos y causas de pérdidas y, consecuentemente, establecer programas y proyectos para su reducción. Tales programas tienen implicaciones científico-técnicas, económicas y socioculturales.

En productos hortofrutícolas las pérdidas postcosecha alcanzan porcentajes elevados por tratarse de alimentos altamente perecederos. Coursey y Proctor (1975) estiman que se pierde el 25% de estos productos a nivel mundial. Bourne (1977) indica que las pérdidas ascienden de un 15 a un 60% en países de bajos desarrollos. Kader (1979) estimó pérdidas del orden de 15 al 50% en algunos países africanos. Amézquita y La Gra (1979) mencionan que las pérdidas mundiales anuales en precosecha son inferiores (24-28%). En México los reportes son muy escasos y algunos de ellos muy generales. Rodríguez et al. (1970) estimaron una pérdida del 4 al 6% en tubérculos, del 2 al 10% en hortalizas y melones, y de 5.7% en frutas.

La Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT, 1977) estimó pérdidas del 8% en las frutas de mayor importancia comercial. Torres (1982) en un estudio sobre la comercialización de frutas y hortalizas registró pérdidas del

30%. Otros estudios son más específicos aunque parciales pues abordan sólo aspectos técnicos y etapas particulares del sistema de postcosecha, pero no su conjunto. Noon y Amiela (1979) registraron pérdidas del 40%, 18%, 15%, y 12% en pera, manzana, mandarina y papaya respectivamente, en bodegas del mercado de la Merced de la Ciudad de México como se observa el cuadro 1.

Cuadro 1. Pérdidas postcosecha de cuatro especies frutícolas en frutos almacenados en bodegas del mercado de la Merced de la Ciudad de México.

	Pera	Manzana	Mandarina	Papaya
% Fuera de norma	47.6	28.6	22.2	NR
% Pérdida total	40.0	18.0	15.0	12.0
Tipo de daño	Porcentaje de pérdidas total			
Insectos y microorganismos	80.0	39.0	61.0	NR
Daños fisiológicos	5.0	37.0	0.5	NR
Daños mecánicos	15.0	24.0	38.0	NR

. NR= No registrado.

No existe una metodología estándar y es difícil que se establezca por las diversidades implicadas en el término hortofrutícola, por su carácter altamente perecedero, que obliga a su rápida movilización a través del sistema de postcosecha. Así como por su comercialización que es irregular y compleja, por la propiedad que tienen las diferentes partes del producto de deteriorarse a diferentes velocidades. Independientemente de ello, cualquier método de evaluación considera una definición de términos, clasificación de pérdidas por sus causas y técnicas de evaluación. En investigaciones de campo, se basa en

el perfil de pérdidas para hacer un análisis detallado de los puntos o etapas que tienen mayores probabilidades de pérdidas.

Para ello se elabora una metodología en la que deben especificarse los procedimientos de reconocimiento que condujeron a la elección de las localidades a evaluar (parcelas, huertas, granjas) y de las partes del sistema postcosecha a analizar, el procedimiento estadístico para la selección de las unidades de muestreo (parcelas, huertas) el método de muestreo y el tamaño de la muestra. La cuantificación o estimación experimental, se refiere a la cuantificación de pérdida de diversas muestras seleccionadas y la estimación de la pérdida total. Se recomienda distinguir entre los datos obtenidos en las diferentes etapas del sistema de postcosecha y especificar si se obtuvieron del mismo lote y, por tanto, si las pérdidas son acumulativas, o bien, si se obtuvieron de lotes diferentes e incluso de mezclas de ellos. Un aspecto importante en la realización de estudios sobre pérdidas postcosecha es la participación de equipos interdisciplinarios desde las fases de planeación.

Las pérdidas en postcosecha en frutas frescas reciben el nombre de productos perecederos porque tienen una tendencia inherente a deteriorarse por razones fisiológicas y por la invasión de plagas, infecciones y enfermedades. Las pérdidas poscosecha ocurren en cualquier etapa del proceso de mercadeo, se pueden iniciar durante la cosecha, después durante el acopio y distribución y finalmente cuando el consumidor compra y utiliza el producto. En los países en desarrollo en donde existe una gran deficiencia en la infraestructura de mercadeo, las pérdidas poscosecha de productos frescos varían entre 25 a 50% de la producción. Las mermas de esta magnitud representan una pérdida significativa de alimentos y un considerable daño económico para los comerciantes y especialmente para los productores. Es posible reemplazar la magnitud de estas pérdidas por un aumento de la producción. En efecto, lo que puede pasar es que un aumento de la producción dé origen a un incremento en la proporción de las pérdidas debido a lo inadecuado del manejo y mercadeo del volumen adicional, pero además los precios pueden declinar y las pérdidas económicas para el productor pueden ser aún mayores.

Las pérdidas de postcosecha varían mucho entre los productos básicos y las zonas de producción y estaciones del año. En los Estados Unidos, las pérdidas de frutas y hortalizas frescas se estima que rango del 2% al 23%, dependiendo de los productos básicos, con un promedio general de aproximadamente 12% de pérdidas entre la producción y los lugares de consumo (Cappellini y Ceponis, 1984; Harvey, 1978). Las estimaciones de pérdidas postcosecha en el desarrollo de los países varían enormemente entre el 1 y el 50% o incluso superior (Academia Nacional de Ciencias, 1978). Sólo unas pocas estimaciones basadas en estudios reales han sido publicados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ejemplos de estimaciones de pérdidas postcosecha en frutos frescos y vegetales en países desarrollos.

País	Mercancía	Pérdida de postcosecha %	Referencia
	Todas las frutas	20	Blond, 1984
	Todos los vegetales	30	
	Uva	28	
	Papa	18	
	Jitomate	43	
Venezuela	Brócoli	49	Guerra <i>et al.</i> , 1998
	Coliflor	33	
	Cereal	48	
	Puerro	20	
	Lechuga	35	

Sobre la base de la escasez de datos disponibles, se estiman que en todo el mundo alrededor de un tercio de todas las frutas y hortalizas producidas nunca son consumidos por los seres humanos. La diferencia general entre los países desarrollados y los países en desarrollo es más que de las pérdidas se producen entre la producción y los sitios de venta en desarrollo que en los países desarrollados países (Cuadro 3). Las pérdidas en los países en desarrollo son mucho más altas.

Cuadro 3. Estimación de las pérdidas postcosecha de frutos frescos en países desarrollados y subdesarrollados.

Localización	Países desarrollados		Países en vías de desarrollo	
	Rangos (%)	Media	Rangos (%)	Media
Producciones hechas en diferentes sitios	2-23	12	5-50	22
Lugares de consumo	5-30	20	2-20	10
Total de pérdidas	7-53	32	7-70	32

En los últimos diez años pérdidas de frutas y hortalizas frescas escasamente se han reducido, si es que ha habido alguna reducción. En el mismo periodo hemos sido testigos de las tendencias que existen en los países en desarrollo de incrementos de la población junto con la rápida urbanización. Las infraestructuras y prácticas de mercadeo de frutas y hortalizas que antes eran inadecuadas, hoy en día lo son aún más (FAO, 1987). En algunos países de Asia recientemente ha habido una comprensión a todo nivel, empresa y gobierno, sobre la necesidad de hacer mejoras en el mercadeo de frutas y hortalizas frescas y de capacitación práctica en el tema.

El copiar los sistemas y tecnologías sofisticadas que se usan en Norteamérica, Europa y Japón, puede tener poca relación con las necesidades de los países en desarrollo. Los programas de capacitación deberían centrarse sobre los aspectos básicos y requerimientos prácticos de las comunidades de la región. Ante la complejidad del tema y las restricciones económicas predominantes en los países en desarrollo, es de esperar que la reducción de las pérdidas poscosecha de productos frescos esté llena de problemas y que el mejoramiento de las operaciones de manejo y mercadeo se produzca con lentitud. No obstante, esta mejoría es de todos modos una meta valiosa, necesaria y alcanzable.

Las pérdidas postcosecha se producen por las siguientes causas:

- 1.- El producto es cortado posterior al tiempo de madurez.

2.- Mal almacenamiento de la fruta y descuido en el manejo de control de plagas (roedores).

3.- Debido a un mal acomodamiento de estibas a la hora de acomodarlo en el camión.

4.- La caja o contenedor refrigerado se encuentra en malas condiciones, los empaques de la puerta dañados provocando una pudrición severa en la fruta.

5.- El barco a largo de su camino puede presentar fallas afectando al motor que controla la refrigeración del producto almacenado en los contenedores.

Las principales causas de las pérdidas en postcosecha que existen, pueden agruparse como primarias y secundarias (FAO, 1987).

3.6.1. Causas primarias

a) Biológicas y microbiológicas esencialmente en plagas y enfermedades.

b) Químicas: contaminación con plaguicidas, los productos químicos, obscurecimiento fenológico (especialmente en cultivos de raíces) toxinas y sabores desagradables producidos por enfermedades.

Cuando las pérdidas poscosecha son pequeñas, basta un ligero aumento de la producción mayor que la pérdida poscosecha, para compensar la deficiencia. A medida que el porcentaje de pérdida aumenta en mayor proporción. Se necesita un 25% de aumento en la producción para compensar una pérdida de poscosecha de 20%, un 66% para compensar una pérdida de 40% y un 150% para compensar una pérdida de 60% (FAO, 1987).

3.6.2. Causas secundarias.

a) Secado o curado inadecuados

b) Infraestructura de almacenamiento y/o administración inadecuados.

c) Transporte inadecuado.

d) Planificación inadecuada de la producción y de la cosecha.

e) Sistema de mercadeo inadecuado.

- f) Legislación inapropiada.

3.6.3. Planificación de la reducción de las pérdidas.

Las recomendaciones para la reducción de pérdidas deberán surgir idealmente de los estudios de evaluación, de hecho éste es su objetivo final. Sin embargo, no se cuenta con esta información para la mayoría de los productores hortofrutícolas y es muy probable que no se obtenga en corto plazo por las limitaciones de recursos humanos, económicos y geográficos (dispersión de pequeñas zonas productoras). Aun así, es posible dar recomendaciones generales basadas en el conocimiento del comportamiento postcosecha de estos productos y de la forma en que actualmente se manejan.

Las medidas para la prevención de pérdidas en estos casos podrían ser muy sencillas: aplicación de principios básicos del manejo de frutas y hortalizas, construcción de pequeños cobertizos para la protección de los productos de radiación solar directa en almacenes muy rústicos para la estancia temporal de los productos. Durante el planteamiento de recomendaciones debe reconsiderarse el uso de materiales, la mano de obra y habilidades artesanales propias de la región.

El establecimiento de programas de asistencia técnica, capacitación y elaboración de materiales de divulgación para el productor, empacador, transportista y comerciante son de suma importancia. Sólo a través de estos medios se pueden difundir recomendaciones y resultados de investigación para la prevención de pérdidas.

Una vez que se han obtenido los detalles de las causas y los puntos en donde ocurren las mayores pérdidas durante el mercadeo, ahora es necesario formular un plan para su reducción. Dicho plan puede ser de alcance nacional o puede enfocarse sobre un punto o canal específico de los procesos involucrados en la producción o mercadeo. El plan debe basarse en la información obtenida durante la evaluación de las pérdidas y pueden incluirse otros detalles complementarios como (FAO, 1987).

- a) Proposiciones de agricultores/comerciantes locales.
- b) Información proveniente de otras áreas/países.
- c) Resultados de actividades de investigación relevantes.

- d) Capacidad técnica, financiera y administrativa del gobierno respectivo.
- e) Probabilidad de ayuda de donantes.
- f) Consideraciones costo/beneficio.
- g) Capacidad del gobierno para su implantación.

3.6.4. Implantación del plan.

De acuerdo con los representantes de la FAO (1987) es importante comentar que la implantación de un plan para evitar la pérdida de alimentos requiere de la asignación de fondos y personal para ejecutar las actividades planificadas. Debe definirse claramente la responsabilidad que tienen los sectores del gobierno y debe crearse un Comité de Coordinación. Sería de gran beneficio que esta actividad fuera apoyada por una campaña nacional de prevención de pérdida de alimentos. Es evidente que se pueden iniciar muchos proyectos a fin de reducir las pérdidas poscosecha de frutas y hortalizas. Sin embargo, es vital que los esfuerzos estén bien coordinados y que el costo/beneficio de cada proyecto se evalúe y se use para la selección de aquellos que es factible iniciar.

Pueden presentarse varias situaciones que dificulten la reducción de las pérdidas de alimentos:

- a) Existe el "saber cómo" técnico pero no se le utiliza. El remedio es la educación, capacitación y difusión del "saber cómo". Es esencial que el entrenamiento se integre, siempre que sea posible, al sistema educacional local y que se adapte bien a los objetivos.
- b) La falta de un marco institucional como legislación, estándares, estructuras de mercado, etc. La importancia de dicho marco es responsabilidad de los gobiernos, aunque puedan participar en algunos aspectos organizaciones paraestatales. El plan puede tener un gran impacto en el campo de la reducción de la pérdida de alimentos, pero a menudo no se lleva a cabo debido a falta de fondos y de el "saber cómo" técnico.
- c) Falta de transporte, almacenamiento y facilidades de procesamiento.

d) Falta de capital. Un problema común a todos los anteriores.

3.7 Propuestas de proyectos de evaluación y reducción de pérdidas.

Algunos ejemplos de propuestas de proyectos para reducción de pérdidas consideran:

- Encuesta nacional de Pérdidas Poscosecha de Frutas y Hortalizas.
- Campaña nacional para reducir las pérdidas durante la comercialización.
- Reducción de las pérdidas poscosecha de frutas y hortalizas.
- Estudios de casos de pérdidas poscosecha de frutas y hortalizas.

3.8 Programa de educación y capacitación para reducir las pérdidas poscosecha de frutas y hortalizas.

3.8.1. Curso de estructura educacional.

Promover cursos realizados en universidades con enfoque de: Horticultura, Agricultura, mercadeo, economía del hogar, Ciencia de alimentos, Tecnología de alimentos, Ingeniería en alimentos, etc.

Cursos con certificado y diploma que cubra las áreas de Horticultura, Agricultura, mercadeo, economía del hogar, Tecnología de alimentos, etc.

Impartir cursos en escuelas secundarias con el enfoque de Agricultura y economía del hogar (FAO, 1987).

3.8.2. Programas específicos de entrenamiento de corta duración.

Estos deben elaborarse en base a los requerimientos específicos de los productores, comerciantes mayoristas y minoristas, consumidores y organizaciones, relacionados con los temas de Fisiología y Manejo Postcosecha.

3.9 Evaluación del control de calidad en frutas y hortalizas

El control de calidad de frutas y hortalizas se realiza mediante la participación de empresas privadas que realizan inspecciones de control de

calidad y condición a productos hortofrutícolas en forma autónoma, imparcial y oportuna.

La información técnica que se genera de las inspecciones es entregada con carácter confidencial vía electrónica y/o por mensajería certificada al cliente. En las empresas participan Ingenieros agrónomos y personal ampliamente capacitado en calidad de frutas y hortalizas, así como en la certificación SQF "Safe Quality Food" avalado por el "Food Marketing Institute" de Estados Unidos de Norteamérica. Además cuentan con asesores externos especializados en distintas áreas.

Tal es el caso de la empresa Cargo Surveyors México, S.C. cuya visión es ser líder en el servicio de inspecciones de calidad y condición de productos hortofrutícolas en los principales centro de distribución de México. Por lo anterior y considerando la importancia que tiene un proceso de inspección, se describe a continuación toda la logística que involucra una evaluación del control de calidad y condición de productos hortofrutícolas.

IV.- MATERIALES Y MÉTODOS

La inspección de frutos se realizó en el mercado de abastos de la ciudad de Guadalajara, Jalisco en México por la empresa Cargo Surveyors México, S.C. La fruta inspeccionada fue importada de Chile en barcos cargueros, durante el periodo de noviembre a julio; los envíos incluyeron los siguientes frutos de temporal: uvas, nectarinas, ciruelas, manzanas y peras. El producto llegó a los puertos de Manzanillo en Colima, Lázaro Cárdenas en Michoacán y Veracruz; posteriormente se trasladó en cajas refrigeradas o contenedores por vía terrestre tardando de uno a dos días en llegar a los mercados de abastos de México D.F., Guadalajara y Monterrey.

A continuación se describe el proceso de inspección:

Las variables que se evaluaron durante la inspección de frutas frescas fueron: firmeza, el estado de calidad en base a la determinación de temperatura y los desórdenes fisiológicos, llevando a cabo el método de muestreo fruta por fruta. A continuación se describe el quipo, materiales y la metodología utilizada:

4.1 Materiales utilizados en una inspección de postcosecha

4.1.1 Termómetro

Un termómetro es un instrumento que mide la temperatura de un sistema como se muestra en la Figura 4.1. Los componentes que lo integran incluyen una sustancia que tenga una propiedad que cambie de manera regular con la temperatura, como el mercurio (Hg), este se introduce dentro de un tubo de vidrio. Al calentarse el mercurio se expande y al enfriarse se contrae, lo que se visualiza a lo largo de una escala graduada. Los termómetros se utilizan además de determinar la temperatura ambiente, para determinar la temperatura de la pulpa de los frutos. Cuando un fruto se transporta en un camión refrigerado, puede considerarse para el caso de manzanas una temperatura óptima de cero grados.



Figura 4.1. Termómetro para medir la temperatura de la pulpa de la fruta.

4.1.2 Refractómetro

Es un Instrumento óptico como se observa en la figura 4.2 que se utiliza para medir el contenido de azúcares en las uvas y su potencial del grado de alcohol nos ayuda a determinar el grado de maduración de la uva en la viña y determinar el momento óptimo para el corte y posible venta. El funcionamiento es muy sencillo: Se recoge una muestra de uvas y se colocan unas gotas de mosto en el cristal, a continuación se ve a través del visor y nos indica directamente en la escala el alcohol probable, así como la concentración de azúcar en grados brix. Algunos equipos incluyen un compensador de temperatura. En caso de que no lo tuviera se deberán hacer correcciones a la lectura basándose en una tabla.

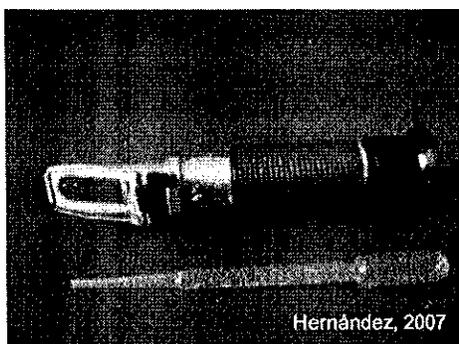


Figura 4.2. Refractómetro.

4.1.3 Texturómetro

El texturómetro (Figura 4.3 B) indica que firmeza tiene la fruta; el quipo se basa en la determinación de la fuerza ejercida para atravesar al fruto. Las unidades en las que determina la fuerza pueden ser libras, Kg o Newtons.

4.1.4 Pelador

El pelador (Figura 4.3 A) se incluye junto con el texturómetro, con el fin de utilizarlo para pelar la zona ecuatorial del fruto, antes de utilizar el texturómetro. Este procedimiento no se utiliza en la uva, ya que el texturómetro se introduce directamente en la baya.

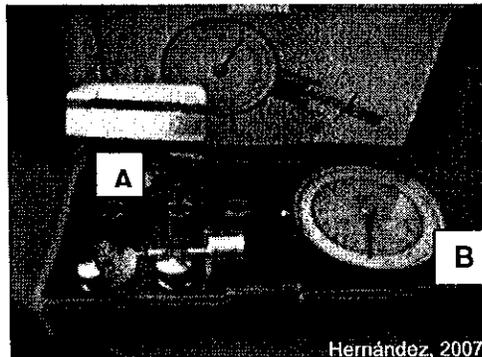


Figura 4.3. El pelador de frutas (A) y el texturómetro (B).

4.1.5 Exprimidor

El exprimidor (Figura 4. 4 A) se utiliza para extracción de jugos de uvas para medir los azúcares en el refractómetro.

La navaja (Figura 4.4 B) se utiliza para abrir las cajas cortando la cinta y fleje, además de utilizarla para realizar cortes en la fruta que permitan observar las condiciones que esta presenta en la parte central.

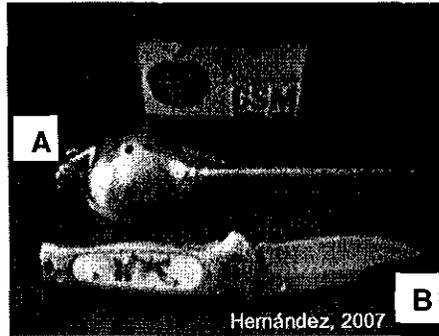


Figura 4.4. Exprimidor (A) y Navaja (B).

4.1.6 Cámara Fotográfica

Con la cámara fotográfica digital (Figura 4.5) se fotografían las cajas inspeccionadas, para incluirlo como prueba en el reporte.



Figura 4.5. Cámara fotográfica digital.

4.1.7 Termógrafo

El termógrafo (Figura 4.6) nos indicara que temperaturas se presentaron en el vehículo en que fueron transportados los frutos, desde su salida hasta la llegada al mercado de abastos; el tiempo de transporte es de aproximadamente 15 días, para productos que se trasladan en barco desde Chile a México. Este parámetro es de gran valor para la aseguradora, ya que los cambios de temperatura afectan mucho la calidad de la fruta.

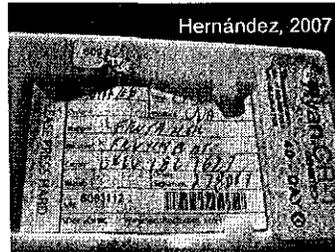


Figura 4.6. Termógrafo.

4.2 Documentación solicitada por la empresa evaluadora

En las empresas, cuando se realiza una inspección es necesario reunir cierta documentación que será de gran utilidad como fuente de información y respaldo. La información requerida incluye:

1.- Tarja de la planilla de descarga

Indica el número de cajas, la variedad y el calibre. Nos orienta en la determinación del número de muestras que vamos a inspeccionar.

2.- BL

Indica el precio de la fruta a la que fue vendida al proveedor.

3.-Certificado fitosanitario

Indica que los frutos están libres de plagas cuarentenarias.

4.- Certificado de origen

Señala la información de las características de calidad de la fruta, al momento de salir de la zona de origen.

5.- Pedimento

Documento oficial para que la mercancía entre en forma legal, por la aduana.

6.- Factura de Exportación

Incluye la información del costo de la fruta.

7.- Lista de Empaque

Se utiliza para observar cuantas cajas se incluyen en el cargamento, de que calibre y variedad son y el volumen del envío por producto.

8.- Carta Aporte

Es el documento con el que se ampara el transporte.

4.3 Puntos a inspeccionar para la uva, durazno, nectarina, ciruela, manzana y pera, cuando llega la carga directamente del contenedor o caja refrigerada

4.3.1 Reglas generales para la inspección, condición y calidad de la fruta.

1.- El muestreo deberá realizarse a 10 cajas seleccionadas al azar dentro del contenedor.

2.-Deberá fotografiarse todo el proceso de inspección como evidencia para el reporte final.

3.- Comenzara con el primer pellet cerca de la puerta de entrada al contenedor, luego con el que se encuentre a la mitad del mismo, posteriormente el que se encuentra al final, después se inicia con la segunda línea de pellet, hasta reunir las diez cajas para la inspección.

4.- Las cajas se tomarán de la parte superior de cada pellet, siendo esta siempre la penúltima, según sea el caso, esto se debe a que esa caja particularmente no sufre maltrato por parte de los cargadores, cuando acomodan los pellets.

5.- El muestreo y evaluación requerirán de la observación, descripción de síntomas y causas de daños presentados en el fruto.

6.- Se examinará fruta por fruta anotando la temperatura en que llegó, separando los tipos de daños que se presenten, contando el número de frutas por caja, como es el caso de durazno, manzana y pera.

7.- Se reportaran siempre los grados brix en durazno, manzana y pera, para la uva solo se determinan los sólidos solubles.

4.3.2 Razones por lo que se pide una inspección al Seguro.

- 1.- Fallas de la caja refrigerada.
- 2.- Detección en el puerto por posible plagas.
- 3.- Volcadura de un trailer provocando un daño en la fruta.
- 4.-El chofer tuvo un accidente en carretera y fue detenido atrasando la carga a su llegada.

4.3.3 Inspección de frutas

4.3.3.1 Bodega. Acudir a la bodega del consignatario donde se pidió que se realizara la inspección, se tienen que tomar el dato de quién fue el proveedor (Figura 4.7).



Figura 4.7. Bodega.

4.3.3.2 Refrigeradora o Contenedor. Debe observarse si es caja refrigerada (A), o viene directo de un contenedor (B) y se debe revisar si tiene fallas en los empaques de las puertas o si están golpeadas las cajas (Figura 4.8). En el momento en que se hace la revisión del tráiler, se debe encuestar al conductor que trajo la mercancía, pidiéndole que conteste las siguientes preguntas ¿De qué puerto viene la fruta del contenedor? (Lázaro Cárdenas, Manzanillo, Puerto de Veracruz) ¿A qué hora salió con la carga del puerto? ¿Tuvo algún contratiempo en el transcurso del camino? ¿A qué hora llegó a Guadalajara (México o Monterrey)? ¿Por qué el retraso de la descarga? Estas preguntas permiten recabar información que se incluyen en el reporte.

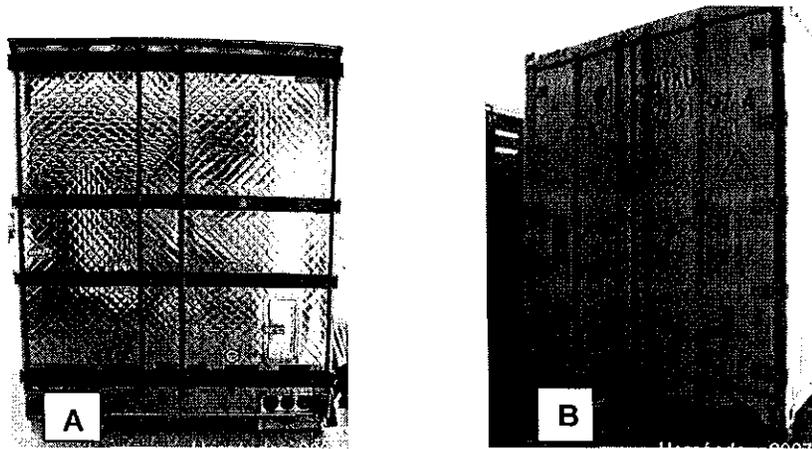


Figura 4.8. Caja refrigerada(A) y contenedor (B).

4.3.4 Características y condiciones de la caja refrigerada y/o contenedor.

A).- Candando

Se deberá tomar una fotografía (Figura 4.9) al candado que mantiene cerradas las puertas de la caja refrigerada o el contenedor, como muestra de que no ha sido alterada la mercancía.

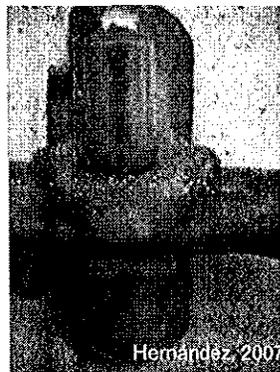
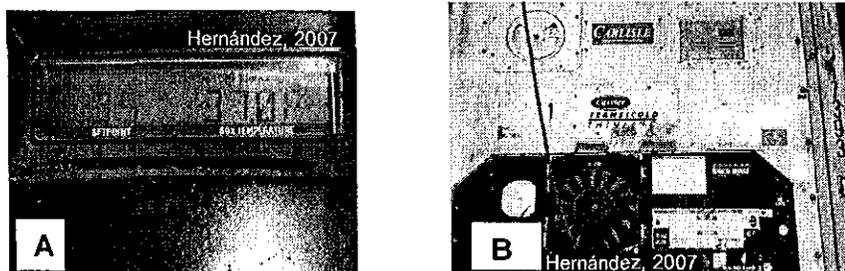


Figura 4.9. Candado no alterado.

B).- Termómetro Set Point (Temperatura inicial)

El set point indica a que temperatura fue programada la caja refrigerada o contenedor durante el viaje; el valor se observa al lado izquierdo del equipo. Del lado derecho señala a que temperatura se encuentra en el momento de la inspección, como se muestra en la figura 4. 10 (A) y (B).



Figuras 4.10. (A) Set point digital (B) Set point.

4.3.5 Planes de estiba

Al momento de la inspección, la fruta debe encontrarse dentro del contenedor o caja refrigerada. El camión refrigerado puede contener 20 estibas, 18 estibas en rueda ,18 estiba alternado con bolsa de Aire "Estiba Alternado",18 Estiba en línea en medio "Espacio en Medio". Un pallet equivale a 120 cajas, se debe observar el acomodo de los pallets en el camión como se muestra en las figuras 4.11 A, B y C, en las que se incluyen estibas en línea con espacio intermedio (A), en rueda (B) y alternado (C).

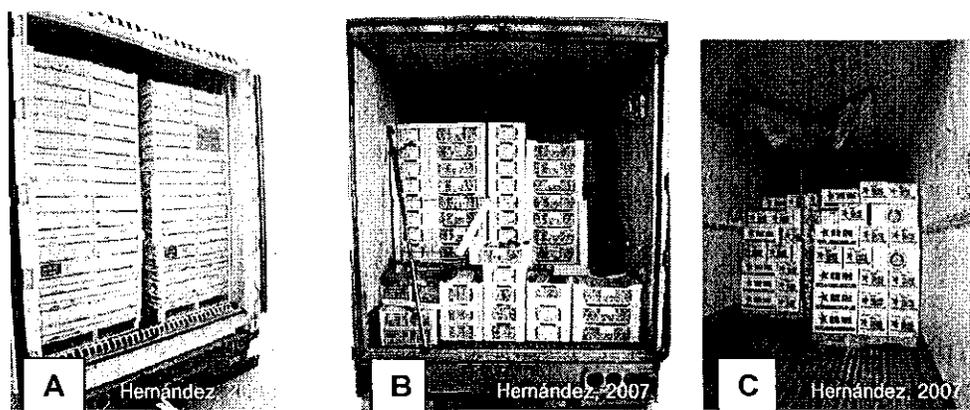


Figura 4.11. Estibas en línea con espacio intermedio (A), en rueda (B) alternado (C).

4.3.6 Daño a la mercancía

Cuando llega la fruta fresca al puerto de embarque es trasladada a los mercados de abastos. En el trayecto del camino, el conductor del trailer generalmente justifica los riesgos de la carretera que se pueden presentar en el transcurso del viaje, pudiendo haber accidentes automovilísticos o volcadura, provocando daño a la mercancía (Figura 4.12 A y B).

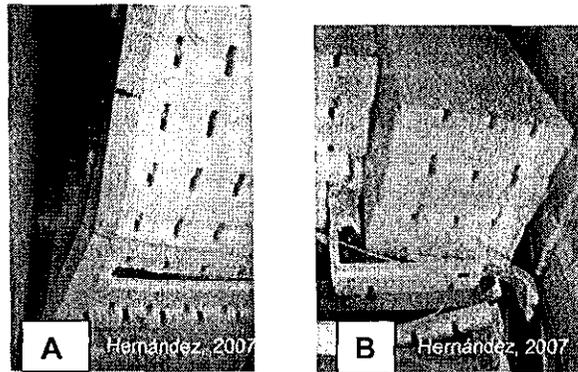


Figura. 4.12. Cajas dañadas por manejo inadecuado del transportista provocando que se desintegren los pallets (A), la fruta se ve dañada por aplastamiento de las cajas (B).

4.3.7 Cámara Fría

En algunas ocasiones puede pasar que se ordene la descarga de los pallets de la caja refrigerada, a cámaras frías (Figura 4.13), pero sin haber revisado el termógrafo. El problema surge cuando conforme van vendiendo las cajas y las van revisando, observan que las condiciones no son adecuadas porque el producto pierde calidad y es cuando llaman a la aseguradora.



Figura 4.13. Cajas almacenadas dentro de una cámara fría.

Durante las inspecciones, deben ubicarse las muestras que descarta el seguro automáticamente. Estas incluyen a las que no tengan fleje, cajas con sello de SAGARPA o etiqueta roja debido a que ya fueron revisas provocando

alteraciones de temperatura. En algunas ocasiones el consignatario quiere hacer fraude con el proveedor diciendo que la fruta enviada, no viene en óptimas condiciones, dando instrucciones que el personal le asigne a la aseguradora las 10 cajas de muestreo sin el consentimiento de la misma.

4.4.1 Descripción de muestreo e inspección de uva

Cuando realiza la inspección en los frutos, se pueden presentar varios daños dentro de las 10 cajas seleccionadas tomadas completamente al azar de diferentes tarimas, y se deberán de separar de acuerdo a los daños que está presente ya sea, pudrición de baya, pudrición de nido, bayas aplastadas, bayas partidas, deshidratación, bayas acuosas, bayas cristalinas, racimos con golpe, desgrane, daño por SO₂, sólidos solubles totales, número de racimos por caja. El camión que contrataron desde Chile para mover la carga del puerto a los destinos de Guadalajara, México y Monterrey, pueden estar dañados de los empaques de las puertas y es un problema serio, ya que es fruta fresca y los cambios de temperatura hacen que maduren rápido.

Durante su destino, se le puede descomponer la caja refrigerada, se calienta la fruta y la temperatura aumenta hasta los 10°C o 12°C ocasionando problemas de condensación (Figura 4.14 A y B) en la fruta, propiciando que maduren rápido o provocando la pudrición.

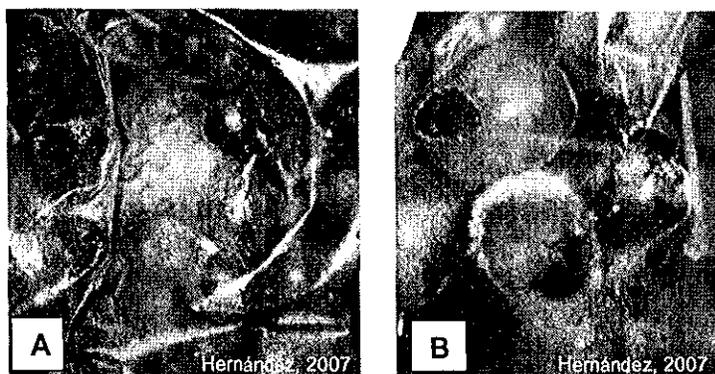


Figura 4.14. Fruta con cambios de temperatura provocando condensación (A) y pudrición (B).

Una vez que se sabe cuál fue su principal problema, se sigue el procedimiento descrito en el párrafo anterior.

La Inspección de calidad y condición en uvas se describe a continuación:

- a) Se toma la segunda caja de arriba para abajo del segundo pallet del contenedor, esto es debido que las cajas de arriba por lo general son pisadas, están expuestas al aire frío y no son válidas para el muestreo.
- b) Se observa el material con que fue elaborada la caja pudiendo ser de plástico (A), unicel (B) o cartón (C) como se muestra en la figura 4.15.

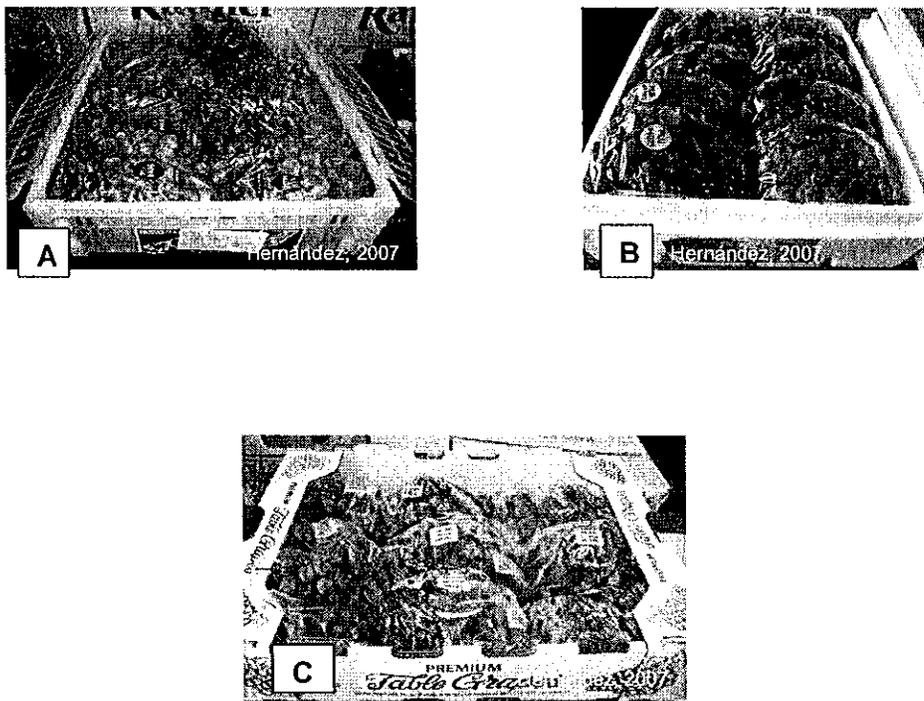


Figura 4.15. Cajas de empaque para uvas fabricadas con plástico (A), unicel (B) y cartón (C).

- c) Se cuenta la cantidad de bolsas de uvas que se incluyen por caja (Por lo general son 9). Dentro de la caja se observa si tienen papel de china, si la bolsa está perforada, y si el conservador fue activado se puede observar un color blanco.

d) Los materiales que se utilizan para el muestreo de cajas incluyen: La báscula para pesar el desgrane, el refractómetro, instrumento óptico que se emplea para conocer el contenido en azúcares de las uvas y por lo tanto, su potencial grado de alcohol. El termómetro para conocer la temperatura de la pulpa que debe registrar entre 0°C y -0.5°C (óptimo). Y la cámara digital para tomar fotografías del estado de la uva.

Una vez revisado todos los racimos, se separan los daños, se acomodan de acuerdo al problema presentado, como se muestra en la figura 4.16.



Figura 4.16. Clasificación de daños en frutos de uva.

Los daños por traslado de uva de acuerdo con Zoffoli *et al.* (2004) son descritos a continuación:

4.4.1 Desgrane de los racimos.

En general, la severidad de este desorden aumenta con el nivel de madurez de la fruta. Mientras más tiempo permanezca el racimo en la planta, mayor es la susceptibilidad a desgrane. El desgrane varía considerablemente de una temporada a otra y entre cultivares. En general, bayas de cultivares sin semilla están menos adheridas al pedicelo que bayas de cultivares con semillas. Adicionalmente, la aplicación de giberelinas durante el cuajado debilita la adhesión de la fruta al pedicelo (Crisosto *et al.*, 2006). El desgrane es uno de los problemas más importante para la comercialización de uva de mesa, trayendo pérdidas de cantidad y calidad. Especialmente se ve afectada la variedad Thompson Seedless que posee una unión débil inherente de la baya al pedicelo, se identifican dos tipos de desgrane, húmedo y seco.

4.4.1.1 Los síntomas del desgrane suelen ser diferentes. En el desgrane húmedo se observa la pérdida del pincel de haces vasculares desde el interior de la baya, el cuál permanece unido al pedicelo. En cambio en el desgrane seco, la baya se desprende del pedicelo quedando con una herida cerrada o capa de abscisión en el lugar de la unión, este tipo de daño se puede detectar un mes después de floración, ya que las bayas dañadas presentan células pequeñas y de pared delgada con acumulación de fenoles y taninos, y se distingue una pequeña ranura o marca en donde va a ocurrir la abscisión. A medida que la baya va creciendo aumentan las hendiduras y se forma una capa de felógeno que separa el parénquima del pedicelo, causando la debilidad en la zona de unión.

4.4.1.2 Las causas del desgrane. Cuando es húmedo se realiza por causa de un daño mecánico debido a un manejo brusco durante cosecha y embalaje, en cambio, el desgrane seco es un daño fisiológico, donde se forma una zona de abscisión entre pedicelo y baya, y cualquier movimiento brusco produce que la baya se desprenda. Existen diversos factores que predisponen al desgrane seco, uno de ellos incluye las aplicaciones de giberelinas exógenas (AG₃) utilizadas para aumentar el tamaño de la baya, siendo las dosis y épocas de aplicación del producto importantes en el nivel de incidencia. A medida que aumenta la concentración utilizada aumenta el desgrane, y sobre 40 ppm no aumenta mucho el peso de las bayas.

Este producto provoca una rigidez y mayor lignificación del pedicelo causando una menor flexibilidad de éste, lo que facilita la separación, este problema aumenta con el incremento en la madurez de la fruta. Otros factores asociados al desgrane son el uso de otros reguladores de crecimiento, estrés hídrico, sombreadamiento, exceso de fertilización nitrogenada, retraso en cosecha, rigor de manipuleo en cosecha, selección y empaque, tipo de empaque. El desgrane puede ocurrir después del almacenaje en frío, al sacar el racimo para su comercialización. El desgrane es causado principalmente por el mal manejo de la fruta durante la cosecha y el empacado en el campo. Sin embargo, el desgrane de las bayas también ocurre durante el manejo realizado entre el empaque y la venta final de la fruta (Crisosto *et al.*, 2006).

4.4.1.3 Control del desgrane. Es importante comenzar verificando y modificando el tipo de empaque de manera que cause el menor manipuleo posible a la fruta (Figura 4.17). Se debe enseñar al personal de cosecha y empaque a manipular con cuidado y delicadeza el racimo. Dentro de los factores de campo se debe evitar el sombreado de las parras y su crecimiento vigoroso. El manejo que tiende a controlar el vigor incluye el desbrote, anillado completo, regulación de carga frutal, estos procedimientos disminuyen el nivel de incidencia, al igual que cosechar en momento oportuno, evitando la sobremadurez. También se deben utilizar cantidades razonables y no excesivas de ácido giberélico (AG₃) para aumentar el tamaño de baya, especialmente hasta tarde en el desarrollo (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

Puede ser reducida regulando la profundidad de empaque en la caja y la densidad de fruta empacada (pulgadas cúbicas por libra), embolsando los racimos individualmente, manejando cuidadosamente la fruta y manteniendo la temperatura y humedad relativa recomendada (Crisosto *et al.*, 2006).

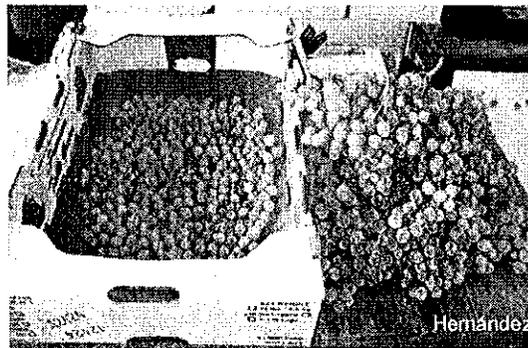


Figura 4.17. Bayas sin pedicelo que se han desprendido del racimo.

Posteriormente se procede a pesar el desgrane del resto de bolsas, que se incluyen en la caja inspeccionada (Figura 4.18).

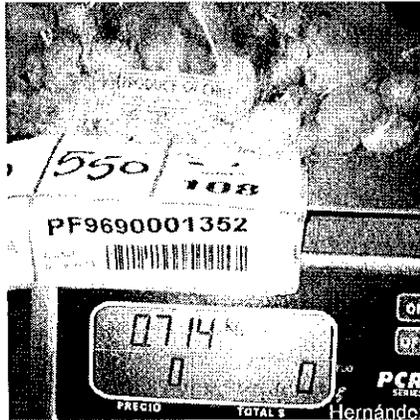


Figura 4.18. Peso del desgrane de las bolsas incluidas dentro de la caja.

4.4.2 Deshidratación

La deshidratación es de gran importancia comercial, especialmente en esta especie donde una pérdida de agua del 5% del peso fresco es inaceptable comercialmente. Flame Seedless, Thompson Seedless y Perlett son las variedades más sensibles y Red Globe la más resistente, pero la de mayor tiempo de almacenamiento.

4.4.2.1 Síntomas debido a la deshidratación. Los síntomas se pueden ir presentando primero en las estructuras más susceptibles, raquis y pedicelos, causando un pardeamiento seco con pérdida de peso de éstas. Luego, en casos severos las bayas sufren una pérdida de turgencia y se ablandan como se muestra en la figura 4.19. Los primeros síntomas aparecen con 2.0-2.2% pérdida de agua en variedades más sensibles y 2.4% en variedades más resistentes. Se considera severo sobre un 4% de pérdida de agua en variedades sensibles.

4.4.2.2 Causas por la deshidratación. Se puede ir presentando una gran pérdida de agua del racimo debido a las diferencias de presión de vapor existentes entre el racimo y su ambiente, claramente influenciada por temperatura, humedad relativa y tiempo de exposición a condiciones adversas. La deshidratación es un proceso acumulativo donde los síntomas finales son el resultado de la sumatoria de las pérdidas de agua que se producen en cada una de las etapas de postcosecha, siendo la etapa entre cosecha y antes del empaque del racimo la más crítica. Las bayas con un mayor contenido de

sólidos solubles son menos susceptibles a deshidratarse, ya que aumenta la presión osmótica, y por lo tanto la atracción por el agua.

4.4.2.3 El control en la deshidratación. Para lograr controlar la deshidratación se recomiendan las siguientes acciones: Disminuir el tiempo entre cosecha y enfriado, realizar enfriado rápido después de empaque, aumentar la humedad relativa o disminuir la temperatura en el entorno de la fruta lo antes posible; reducir la presión de vapor del ambiente en la etapa más crítica, dejar cajas de cosecha con fruta a la sombra, evaluar materiales de empaque, preferir uso de bolsas, mantener temperatura de pulpa en almacenamiento sin variaciones a 0°-0,5° C, no empacar uva dañada, no sobrellenar cajas, cosechar Flame Seedless sólo durante la mañana con temperaturas bajas.

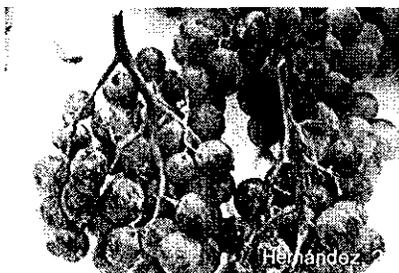


Figura 4.19. Pérdida de turgencia del escobajo, que se presenta con un marchitamiento. Pérdida del color verde característico de éste.

4.4.3 Bayas Acuosas

De acuerdo con Zoffoli y Gaudlitz (2004) en las bayas ocurre un pardeamiento interno generalizado, existen dos tipos de pardeamientos internos que se diferencian en sus inicios, pero pueden ser confundidos en estados avanzados del desorden. En este caso se estudiara el pardeamiento interno generalizado. Las variedades Thompson Seedlees y Ribier son más susceptibles a este desorden.

4.4.3.1 Los síntomas de las bayas acuosas. La diferencia con pardeamiento interno localizado (Figura 4.20) es que en este caso el pardeamiento afecta la totalidad de la pulpa. En sus inicios cambia a un color ámbar y luego progresa hasta un color pardo intenso, y se obtiene, al final, un oscurecimiento total de la

pulpa. Los síntomas se manifiestan en almacenamiento en frío y no aumentan en forma detectable en el periodo de comercialización.

4.4.3.2 Causas de las bayas acuosas. Por lo general se desconocen las causas exactas, pero se predispone por condiciones de inmadurez al momento de la cosecha, 15-16 % de sólidos solubles totales. Aumenta con el tiempo de almacenamiento y con las aplicaciones de bromuro de metilo, de preferencia cuando se aplica a altas temperaturas.

4.4.3.3 Control para las bayas acuosas. · Cosechar fruta en estado óptimo de madurez y no almacenar sobre el tiempo recomendado para cada variedad.

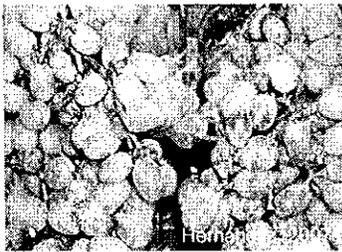


Figura 4.20. Bayas acuosas.

4.4.4 Partidura Fina o Hairline

Este tipo de desorden es variable entre productores y su expresión varía durante el manejo de postcosecha. La variedad Thompson Seedless es considerada sensible. Las microfisuras facilitan la entrada de patógenos y el daño por anhídrido sulfuroso ((Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.4.4.1 Síntoma en partidura fina. Los síntomas que se ven a simple visto son microfisuras producidas en la epidermis del fruto (Figura 4.21). En uvas de bayas alargadas como Thompson Seedless las fisuras son longitudinales, en cambio en bayas redondeadas (Flame Seedless) son en varios sentidos. Las microfisuras generan la salida de jugo desde el interior de la baya produciendo una condición pegajosa y húmeda que generalmente se confunde con condensación ((Zoffoli y Gaudlitz, 2004). La cantidad de bayas que presentan partiduras es mayor cuanto más se prolonga el periodo de almacenamiento refrigerado indistintamente del grado de madurez (Tocornal, 1986). La

incidencia del daño aumenta durante la etapa de almacenamiento, sin embargo el atraso de enfriado aumenta en cuatro veces el problema.

4.4.4.2 Causas en partidura fina. Durante el periodo en almacenamiento en frío las bayas podrían incrementar su turgencia, lo que se comenzaría a partir, dependiendo del tipo de la baya (Winkler *et al.*, 1974). Las causas que esta pueden llegar a ocasionar es debido a la liberación violenta de SO₂ a partir de la sal metabisulfito de sodio, es la principal causa de la expresión de este tipo particular de partidura. La principal causa de liberación violenta es la condensación. Existe un amplio grado de susceptibilidad que está asociado a racimos débiles, creciendo en condiciones de sobrecarga y falta de iluminación.

Las bayas que presentan una cutícula más delgada tienen mayor incidencia del desorden, característica que depende de la iluminación de la baya en la parra. Es frecuente en fruta empacada en bolsas plásticas, bayas débiles y blandas. Aumenta con el tiempo de almacenamiento, y uso exagerado de citoquininas sintéticas como CPPU y con concentraciones elevadas de SO₂.

Se desconoce cual es el daño exacto que produce el anhídrido sulfuroso, pero es probable que la combinación (SO₂ más agua) genere maceración de la pared celular, debilitamiento superficial y, en definitiva el aumento de la presión interna que estimularía la salida de jugo produciendo la partidura (Zoffoli *et al.*, 2001).

4.4.4.3 Control en partidura fina. Se deberá tener un control de la formación de condensación al interior de la caja. El modo efectivo de controlar estos problemas es por medio de revisiones periódicas de la fruta que permanece en almacenamiento frío (Torcanol, 1986). Estos son el enfriamiento pasivo y las fluctuaciones térmicas. Se debe conocer las condiciones de precosecha que favorecen la producción de bayas sensibles al desarrollo de hairline (Zoffoli *et al.*, 2001).

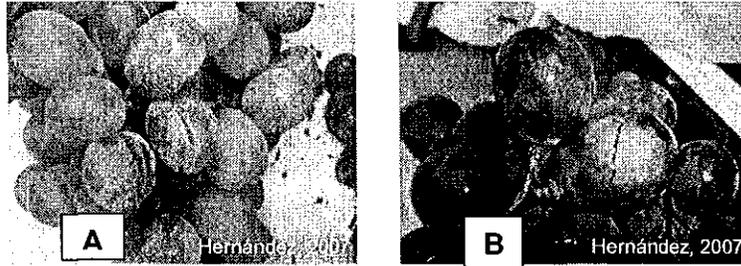


Figura 4.21. Partidura fina en Thompson Seedles (A) y en Red Globe (B) las microfisuras facilitan la entrada de patógenos y el daño por anhídrido sulfuroso.

4.5.2 Descripción del procedimiento de muestreo y evaluación de durazno, y nectarina.

Cuando se realiza la inspección en los frutos, se pueden presentar varios daños como pudrición, inicio de pudrición, punta blanda, deshidratación, golpes, heridas, presión mínima y máxima en libras. La madurez se determina evaluando la firmeza. Una presión de 7 libras en frutos de durazno indica madurez, en nectarinas la madurez se detecta con presiones inferiores a 8 libras.

Los daños fisiológicos y mecánicos que se describen a continuación afectan severamente al fruto en la poscosecha.

4.5.1 Harinosidad.

Este desorden se puede manifestar junto con pardeamiento interno, pero debido a que no siempre se presentan juntos y tienen diferentes factores condicionantes se considerarán individualmente. De todas maneras ambos desórdenes afectan la calidad de la fruta exportada a mercados distantes y constituyen las principales limitantes para la aceptación de los consumidores y el tiempo de almacenamiento en frío. Las variedades en duraznos más susceptibles a harinosidad son Elegant Lady, Angelus, Fayette, Parade y en nectarines Flamekist, July Red, Royal Giant, Fairline, Autumn Grand y September Grand. Variedades de media susceptibilidad son en duraznos Fay Elberta, Fortyniner, O'Henry, Suncrest y en nectarines, Fantasia, Flavortop, Red Diamond, Red Grand, Red June y Summer Grand.

En general las variedades tempranas son menos susceptibles que las tardías y los duraznos son más sensibles que las nectarinas (Zoffoli y Crisosto, 1995).

4.5.1.1 Síntomas de harinosidad. Los síntomas internos que se presentan pueden ser cuando la pulpa se encuentra seca, sin jugo, debido a la indisponibilidad del agua por formar geles con pectinas (Figura 4.22). Ofrece una nula resistencia al texturómetro. En duraznos y nectarinas, la pulpa se torna blanquecina y pálida, en lugar del color amarillo brillante característico de los frutos sanos maduros. Si los frutos afectados se parten en mitades transversales y se presionan entre las manos, se observará que escurre muy poco o nada de jugo, según la severidad del síntoma. Los frutos harinosos se reconocen fácilmente al ser consumidos debido a la falta de jugo, textura y sabor (Candan, 2008).

Este desorden se induce en el almacenamiento, cuando se enfría a temperaturas bajo 7°C, generalmente sólo bastan 2 a 4 semanas a 0°C para desarrollar el problema, el cual se manifiesta al momento de madurar la fruta a temperatura ambiente (20° C). Es el consumidor quién detecta los síntomas, ya que se manifiestan durante periodo de maduración (Zoffoli *et al.*, 2004).

4.5.1.2 Causas de harinosidad. Durante la maduración normal de los frutos las pectinas son degradadas, lo cual contribuye a cambios de textura como el ablandamiento y la liberación de jugo. Esta degradación ocurre por la acción de dos enzimas: la pectinmetilesterasa (PME) que cataliza la "demetilación" de las pectinas y la poligalactunoasa (PG) que reduce a menor tamaño las pectinas demetiladas en una reacción de "depolimerización". Las bajas temperaturas reducen la actividad de la PG lo cual causa una acumulación de pectinas demetiladas de alto peso molecular que retienen al agua libre formando geles (Candan, 2008).

La calidad final del consumo de las frutas y vegetales no puede ser determinada en forma precisa únicamente por factores de apariencia. Se considera un daño por frío y ocurre por almacenar la fruta con temperaturas menores a 7° C, siendo su expresión mayor entre 2 y 5° C. Su manifestación

dependerá del tiempo de almacenamiento. Durante el almacenamiento a bajas temperaturas, se afecta la permeabilidad de la membrana celular y se filtran sustancias hacia los espacios intercelulares. Se expresa el síntoma principalmente en fruta grande, sobremadura y sombría (Zoffoli y Crisosto, 1995). Por esto, debe quedar claro que la falta de jugo en la harinosidad se debe a la retención del agua en forma de geles y no a la pérdida de agua por deshidratación (Candan, 2008).

4.5.1.3 Control de harinosidad. Considerar los manejos agronómicos de precosecha que disminuyan los factores que predisponen al desorden. Se debe conocer el potencial de almacenamiento para cada variedad. Se han estudiado diversos tratamientos o métodos para disminuir este desorden. El de mayor éxito hasta el momento ha sido el acondicionar la fruta por 1 a 3 días a 20° C antes del almacenamiento a 0°C. Lamentablemente no puede ser utilizado en todas las variedades y se debe realizar un estricto control y procedimiento del proceso de acondicionado para que se obtengan los resultados deseados y evitar los indeseados como pudrición y ablandamiento.

Otro método que retarda la aparición de harinosidad es almacenar la fruta en atmósfera controlada. Es necesario considerar la tolerancia máxima y mínima de CO₂ y O₂, respectivamente, para cada variedad. El calentamiento intermitente, ha probado ser efectivo también en duraznos y nectarinas (Zoffoli y Crisosto, 1995).

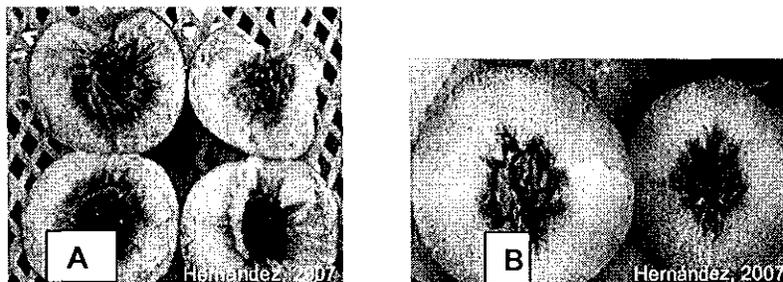


Figura 4.22. Daños internos: La pulpa está seca, sin jugo, debido a la indisponibilidad del agua por formar geles con pectinas (A) y pulpa sana (B).

4.5.2 Machucón

El machucamiento de la pulpa de los frutos ha sido definida como un área dañada, generalmente causado por compresión o impacto (Studman, 1995).

4.5.2.1 Síntomas de machucón. Los golpes provocan cambios físicos y químicos en la textura y posibilitan alteraciones químicas del color y del sabor (Hung, 1993), además de favorecer la pérdida de agua, estimular la producción de etileno y la respiración y ser vías de entrada para microorganismos (Mitchell, 1992). La susceptibilidad al daño por impacto depende de la estructura de los tejidos internos del fruto. Se llegan a presentar síntomas externos e internos, cuando el daño se produce por compresión se observa una depresión en el tejido con la forma del objeto que causó el daño, y el tejido subyacente de esa zona se pardea (Figura 4.23). En cambio, el machucón por impacto ocasiona un pardeamiento en la zona de la pulpa afectada, sin necesariamente presentar síntomas externos ((Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.5.2.2 Causas por machucones. La pulpa de duraznos y nectarinas es densa, con un bajo volumen de espacios intercelulares y por ello susceptible a machucones internos, que no son visibles externamente en el momento del impacto; algunos golpes, pueden dar como resultado machucones profundos, a alrededor de 5 mm de la superficie de los frutos (Maness *et al.*, 1992). Las causas que ocurren es por la compresión de la fruta es presionada contra algún objeto, y puede suceder por manejo brusco y descuido de las cajas, fruta mal embalada al interior de la caja, o cuando se apilan muchas cajas unas sobre otras, o se llenan excesivamente las cajas cosechadas con fruta. El daño por impacto se produce por golpear el fruto contra alguna superficie o cuando el fruto cae de una distancia suficiente como para causar una lesión. La severidad aumenta con la altura de caída de la fruta. La severidad del desorden depende de la variedad, hidratación, temperatura del fruto, tamaño, peso y estado de madurez. La fruta procesada con bajas temperaturas, fruta blanda, mayor madurez es más sensible, por eso el mayor porcentaje de daño se produce en el reembalaje de fruta (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.5.2.3 Control en machucos. Se deben utilizar recipientes acolchados para colocar la fruta, se debe capacitar a cosechadores, proteger las cajas cosechadas en el interior con esponja, supervisar labores de cosecha, utilizar transporte con sistema de suspensión de aire, cubrir las cajas cosechadas con un colchón de espuma en el trayecto de cosecha- empaque, no llenar en exceso las cajas cosechadas, no apilar un número elevado de cajas. En las líneas de empaque se puede minimizar el número de transferencias, disminuir alturas de caída de fruta, colocar elementos amortiguadores. En cuanto al empaque, se puede utilizar dentro de las cajas unas superficies acolchadas que actúen de amortiguador e inmovilizador de fruta (Zoffoli y Gaudlitz, 2004). Esta peculiaridad, de que el daño puede producirse y no verificarse por los operadores responsables de su ocurrencia, le da la característica de “daño latente” (Prusia *et al.*, 1987).

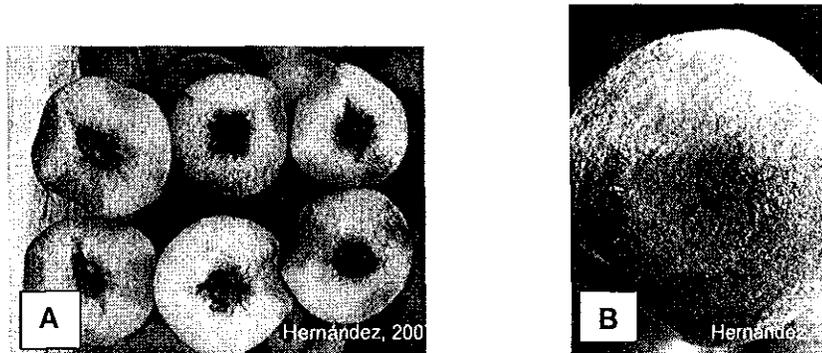


Figura 4.23. Machucón debido a un mal proceso de manipulación en la cosecha, transporte, procedimiento de embalaje (A) y (B).

4.5.3 Daño por amonio

El amonio es un gas que se utiliza como elemento refrigerante en los centros de conservación de fruta. Es considerado de alta eficiencia para producir el intercambio de calor entre el medio y la fruta. El gas se encuentra comprimido a alta presión fuera de la cámara y circula por los serpentines que se encuentran en el evaporador. No hay grandes diferencias de susceptibilidad entre variedades, ni siquiera entre especies, concentraciones superiores a 50 ppm en el aire causan daño (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.5.3.1 Síntomas de daño por amonio. Los síntomas se pueden presentar externos incluyendo manchas oscuras en la piel, se distingue de otros desórdenes como roce en que la decoloración es de color negro. Afecta en especial la zona roja del fruto. En nectarinas se genera una decoloración en el entorno de la lenticela produciendo formas reticuladas de color oscuro. La zona oscura puede ser sensible a pudriciones y aumenta la deshidratación del fruto. El daño puede ser confundido con los síntomas de Inking o entintado (Figura 4.24).

4.5.3.2 Causas de daño por amonio. Las causas que se llegan a producir es cuando existen fugas del gas dentro de la cámara. Pequeñas concentraciones (> 50 ppm) en el aire causan daño en duraznos y nectarinas, siendo susceptibles al olfato. El amoniaco en contacto con la humedad o agua en la superficie del fruto genera condiciones alcalinas que alteran la condición química de la antocianina, este cambio en la estructura química produce oscurecimiento del fruto en zonas coloreadas y en sectores del fruto donde hay heridas de cosecha, machucones o lenticelas. La toxicidad aumenta con la concentración y tiempo de exposición del gas, por lo tanto se puede establecer una incidencia y severidad variable en función de la zona de generación de la contaminación. La fruta más expuesta al gas es la que primero se daña, como el primer tercio de capas de fruta en los cajones de cosecha (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.5.3.3 Control de daño por amonio. Se debe tener un control de manera preventiva como manteniendo y verificando periódicamente los sistemas de refrigeración, evitando que se produzcan fugas. En caso de fugas, ventilar el área afectada, el agua neutraliza el gas que se encuentra contaminando la atmósfera (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).



Figura 4.24. Daño por amonio la decoloración es de color blanco.

4.5.4 Pardeamiento interno en durazno y nectarina.

Este desorden se puede manifestar junto con harinosidad, los primeros síntomas se manifiestan como leves puntuaciones o pústulas marrones que se desarrollan en la pulpa justo por debajo de la epidermis, aunque también pueden originarse en las proximidades del corazón. Con el transcurso del tiempo, los tejidos dañados se tornan cada vez más oscuros y llegan a comprometer a la totalidad de la pulpa (Candan, 2008). Representan un grave problema para la comercialización de duraznos y nectarinas, siendo el consumidor quién detecta el problema. Los duraznos son más susceptibles que nectarinas y las variedades de cosecha tardía son más susceptibles que las tempranas. Las variedades de nectarinas más susceptibles son Fairline, Autumn Grand y Flamkist (Gatti *et al.*, 1985).

4.5.4.1 Síntomas del pardeamiento interno en durazno y nectarina. Los síntomas internos sólo se visualizan al interior del fruto (Figura 4.25). Al partir el fruto por la mitad se observa en la zona del corazón una textura acuosa color café -parda, pudiendo llegar a comprometer la totalidad de la pulpa. Este desorden puede comenzar desde la zona del hueso y se extiende a toda la pulpa. Se induce a temperatura inferior de 7°C y se manifiesta al cabo de un periodo variable de almacenamiento, pero se intensifica al remover la fruta de frío y madurar a temperatura ambiente (20° C). Los síntomas se expresan en la etapa de madurez de consumo (Gatti *et al.*, 1985).

4.5.4.2 Causas del pardeamiento interno interno en durazno y nectarina. Las causas se llegan a producir por almacenar la fruta a temperaturas inferiores a 7° C por un periodo prolongado de tiempo. Las bajas temperaturas de almacenamiento modifican la permeabilidad de la membrana celular, produciendo una alteración en el transporte de sustratos e impidiendo el normal metabolismo del fruto, además de acumularse compuestos tóxicos para las células por un mal funcionamiento de la actividad enzimática. Esto causa una disgregación total de la pulpa (Gatti *et al.*, 1985), debido a la acción de la enzima polifenoloxidasa (PPO) la cual en presencia de oxígeno, cataliza la oxidación de numerosos compuestos como los fenoles. En condiciones normales, la interacción entre esta enzima y su sustrato está restringida, ya que los fenoles se encuentran en las vacuolas y la PPO en los cloroplastos incrementa la permeabilidad de las membranas debido a las bajas temperaturas, permite que esta enzima entre en contacto con su sustrato y la reacción de oxidación ocurra, y se manifieste como pardeamiento interno de la pulpa (Candan, 2008).

El nivel de incidencia se ve afectado por condiciones climáticas durante crecimiento y maduración en el árbol, aumenta con la sobremadurez al momento de cosecha, prolongación del tiempo de almacenaje, raleos intensos y mayor tamaño de fruta (Gatti *et al.*, 1985).

4.5.4.3 Control del pardeamiento interno interno en durazno y nectarina. Las acciones de mayor eficacia han sido precondicionar la fruta por 1-3 días a 20° C antes de almacenarla a bajas temperaturas. Esto aumenta el tiempo de almacenamiento por 10 días. No es efectivo para todas las variedades, y se debe realizar un estricto procedimiento y control para obtener buenos resultados. Existen otras medidas para reducir o retardar la aparición del desorden como tratamientos de postcosecha con etileno, almacenar la fruta en atmósfera controlada con altos niveles de CO₂ y bajos de O₂, no almacenar sobre el tiempo recomendado para la variedad, cosechar fruta en estado óptimo de madurez y procurar que la temperatura de almacenamiento en cámara y transporte sea 0° C o menos pero sobre el punto de congelación (Gatti *et al.*, 1985).

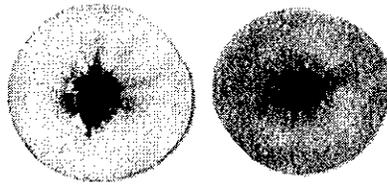


Figura 4.25. Pardeamiento interno sólo se visualizan al interior del fruto (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6 Descripción de procedimiento de muestro y evaluación de ciruela.

Cuando realiza la inspección en los frutos, se pueden presentar varios daños dentro de las 10 cajas seleccionadas tomadas completamente al azar de diferentes tarimas, y se deberán de separar de acuerdo a los daños que esta presente ya sea, pudrición, inicio de pudrición, punta blanda, deshidratación, golpes, heridas, presión mínima y máxima en libras, en ciruelas con presiones inferiores a 5 libras se considera maduras.

Los daños fisiológicos y mecánicos que se describen a continuación afectan severamente al fruto en la poscosecha.

4.6.1 Daño por Harinosidad

En ocasiones la harinosidad viene asociada a pardeamiento interno. Autumn Giant es la variedad que mejor manifiesta los síntomas, luego le sigue las variedades Songold, Friar y Blue Gusto consideradas muy susceptibles. En menor grado les siguen Howard Sun y Larry Ann y de mediana susceptibilidad es Angeleno (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.1.1 Síntomas internos por harinosidad. Este daño afecta a la pulpa de los frutos afectados pierde jugosidad, y se torna pastosa y seca (Figura 4.26). Este cambio de textura consiste en una disgregación total de la pulpa, que no ofrece ninguna resistencia al texturómetro. La pulpa se opaca y pierde brillo se torna blanquecina, en lugar del amarillo brillante característico de los frutos sanos maduros (Candan, 2008). En casos severos se pueden formar cavidades. Los

síntomas pueden aparecer en la cosecha, durante el almacenamiento a 0°C o durante la maduración a temperatura ambiente (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.1.2 Causas por harinosidad. Se deberá tener un almacenamiento a temperatura inferior a 7°C. Las bajas temperaturas de almacenamiento por un tiempo prolongado producirían un daño en las células causando la liberación de jugo a los espacios intercelulares-pared que en conjunto con pectinas de alta viscosidad (peso molecular intermedio) forman el complejo pectina-agua, que provoca la falta de jugo o consistencia harinosa. Se asocia a fruta cosechada sobremadura y ocurre en el almacenamiento a bajas temperaturas. Su incidencia va a depender del tiempo y temperatura de almacenamiento. En variedades muy susceptibles se desarrolla a la segunda semana de almacenamiento en frío, y en variedades menos susceptibles a la tercera o cuarta semana (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.1.3 Control en harinosidad. En general, para reducir los desórdenes causados por baja temperatura se debe considerar los siguientes aspectos, favorecer la iluminación al interior del árbol, controlar el crecimiento vegetativo, no exceder fertilización nitrogenada, cosechar en estado óptimo de madurez, no almacenar por un mayor periodo de tiempo a 0° C que el recomendado para la variedad. La práctica de acondicionamiento ha reducido el problema de harinosidad en la variedad Fortune. El sistema consiste en atrasar el enfriamiento por un periodo de 48 h (Zoffoli *et al.*, 2004).

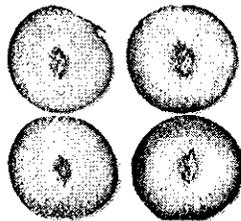


Figura 4.26. Harinosidad sólo afecta la pulpa de ciruela (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.2 Descomposición del tejido o gel

Este desorden junto con pardeamiento interno son los principales problemas de comercialización en ciruela. Es común en las variedades que presentan una maduración interna desuniforme (del interior del mesocarpio al exterior) como Santa Rosa y Songold (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.2.1 Síntomas internos del tejido. Los síntomas comienzan alrededor del corazón y luego se extienden hacia la periferia, y pueden llegar a afectar grandes zonas de la pulpa. Se desarrollan áreas de bordes y formas irregulares con textura gelatinosa y una apariencia típicamente translúcida, acuosa y vítrea (Figura 4.27). Inicialmente, las zonas afectadas mantienen el color normal de la pulpa, aunque con el transcurso del tiempo es normal que se oscurezcan y alcancen colores pardos. Se asocia con la pérdida de jugosidad y está generalmente acompañado de pardeamiento de la pulpa, lo cual puede dificultar su determinación (Candan, 2008). El daño se induce en frío después de 30 días, pero requiere de altas temperaturas para expresarse, en ocasiones se encuentra en el árbol en fruta muy madura (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.2.2 Causas internas del tejido. La causa por el cual se desarrolla la transparencia no está bien determinado. Sin embargo se lo relaciona con la formación de geles en los espacios intercelulares. Estos geles resultan de la unión entre pectinas, iones y agua libre, lo cual se traduce además en bajas cantidades de jugo extractable (Candan, 2008). La exposición prolongada a bajas temperaturas produce una descomposición de la pulpa y una falla en la permeabilidad de las membranas celulares, induciendo que las pectinas extracelulares se unan al fluido de las células y se forme el gel. Se asocia principalmente a sobremadurez, ya que también causa un aumento en la permeabilidad de la membrana celular, y en menor medida, a altos niveles de calcio y bajos niveles de nitrógeno en la fruta, y alto vigor del árbol (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.2.3 Control interno del tejido. En general, para reducir los desórdenes causados por baja temperatura se debe considerar los siguientes aspectos,

favorecer la iluminación al interior del árbol, controlar el crecimiento vegetativo, no exceder fertilización nitrogenada, cosechar en estado óptimo de madurez, disminuir el tiempo de espera entre cosecha y enfriado. Ha resultado efectivo almacenar la fruta por 2-3 días a 20° C antes de guardar en frío, pero trae problemas de ablandamiento y pudrición (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

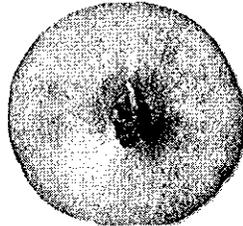


Figura 4.27. La pulpa se pardea cerca del hueso (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.3 Pardeamiento interno en ciruela

En muchas ocasiones el pardeamiento interno viene asociado a otros desórdenes como harinosidad y transparencia de la pulpa. El pardeamiento interno junto con la descomposición tipo gel son los principales desórdenes que aparecen en postcosecha de ciruela. Las ciruelas son menos susceptibles a las bajas temperaturas que los duraznos y nectarinas. Las variedades Red Beaut, Friar, Roysum, Songold, Showtime son las más susceptibles a este desorden, luego vienen Black Amber, Angeleno y Fortune (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.3.1 Síntomas del pardeamiento interno en ciruela. Los primeros síntomas se manifiestan como leves puntuaciones o pústulas marrones que se desarrollan en la pulpa justo por debajo de la epidermis, aunque también pueden originarse en las proximidades del hueso. Con el transcurso del tiempo, los tejidos dañados se tornan más marrones y secos, las tonalidades se oscurecen y llegan a comprometer a la totalidad de la pulpa (Figura 4.28). En ciruelas, el pardeamiento interno se manifiesta con tonalidades más claras que difícilmente se extienden a la totalidad de la pulpa y pueden otorgar un sabor desagradable (Candan, 2008). En estados avanzados el pardeamiento abarca la totalidad de la pulpa y culmina con un tejido esponjoso que puede llegar a

desarrollar cavidades. Los síntomas se inducen en frío después de un periodo determinado y se manifiestan preferentemente al ser expuestos a altas temperaturas en el periodo de comercialización (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.3.2 Causas del pardeamiento interno. El pardeamiento de la pulpa se debe a la acción de la enzima polifenoloxidasas (PPO) la cual, en presencia de oxígeno, cataliza la oxidación de numerosos compuestos como los fenoles. En condiciones normales, la interacción entre esta enzima y su sustrato está restringida, ya que los fenoles se encuentran en las vacuolas y la PPO en los cloroplastos. El incremento en la permeabilidad de las membranas debido a las bajas temperaturas, permite que esta enzima entre en contacto con su sustrato y la reacción de oxidación ocurra y se manifieste como pardeamiento interno de la pulpa (Candan, 2008). Este desorden se asocia a daño por frío, lo que causa una incapacidad de maduración de consumo a la fruta.

Su incidencia está relacionada con las temperaturas de almacenamiento (bajo 8-9 °C y sobre el punto de congelación) y el tiempo expuesto a esas temperaturas, dependientes de cada variedad. En general, después de 50 días de almacenamiento a 0° C produce un 80-100% de fruta con pardeamiento interno. Las bajas temperaturas producen un daño en la permeabilidad de la membrana celular y se mezclan compuestos y enzimas entre compartimientos causando la oxidación de fenoles que en presencia de oxígeno producen el pardeamiento del tejido. La fruta cosechada en momentos fuera del óptimo (en especial estados inmaduros) aumentan la expresión de los síntomas, al igual que el manejo ineficiente de la temperatura de enfriado (temperatura entre 2-6° C) (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.3.3 Control del pardeamiento interno en ciruela. En general, para reducir los desórdenes causados por baja temperatura se debe considerar los siguientes aspectos, favorecer la iluminación al interior del árbol, controlar el crecimiento vegetativo, no exceder fertilización nitrogenada, cosechar en estado óptimo de madurez, disminuir el tiempo de espera entre cosecha y enfriado, considerar el tiempo máximo que se pueden almacenar a 0° C las diferentes variedades, Red Beut: 2 semanas, Songold: 3 semanas, Friar: 5 semanas, Roysum: 4 semanas, Larry Ann: 5-6 semanas, Angeleno: 8 semanas.

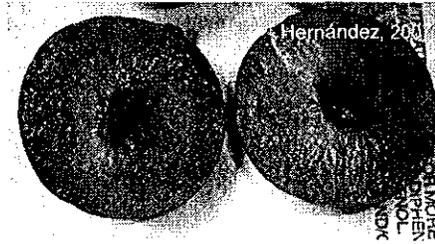


Figura 4.28. Oscurecimiento del mesocarpio interno entre la epidermis y el hueso.

4.6.4 Pulpa Traslúcida o Transparencia de la pulpa

En muchas ocasiones la transparencia de la pulpa viene asociado a pardeamiento interno y harinosidad. Es un daño muy similar a corazón acuoso en manzanas. Aparece comúnmente en las variedades Roysum, Betty Ann, Red Beaut, Black Beaut, Larry Ann, Black Amber, Friar, Songold y Howard Sun (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.4.1 Síntomas de pulpa translúcida internos. Los síntomas comienzan alrededor del hueso y luego se extienden hacia la periferia, y pueden llegar a afectar grandes zonas de la pulpa. Se desarrollan áreas de bordes y formas irregulares con textura gelatinosa y una apariencia típicamente translúcida, acuosa y vítrea (Figura 4.29). Inicialmente, las zonas afectadas mantienen el color normal de la pulpa, aunque con el transcurso del tiempo es normal que se oscurezcan y alcancen colores pardos (Candan, 2008). A diferencia del desorden corazón acuoso, en el tejido externo del mesocarpio sin comprometer la zona interna, la pulpa del mesocarpio interno se adhiere al hueso disgregándose el resto (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.4.2 Causas de pulpa translúcida internos. Las bajas temperaturas de almacenamiento causan una alteración en el proceso de maduración de la fruta. La permeabilidad de la membrana celular se daña y se produce una acumulación de sacarosa en los espacios intercelulares o apoplasto. Este daño ocurre en fruta con sobremadurez de consumo en postcosecha como en fruta sobremadura en el árbol. Se relaciona con fruta senescente cuando no va asociada a harinosidad o pardeamiento (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.6.4.3 Control de pulpa traslúcida internos. En general, para reducir los desórdenes causados por baja temperatura se debe considerar los siguientes aspectos, favorecer la iluminación al interior del árbol, controlar el crecimiento vegetativo, no exceder fertilización nitrogenada, cosechar en estado óptimo de madurez, disminuir el tiempo de espera entre cosecha y enfriado (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).



Figura 4.29. Transparencia justo debajo de la epidermis.

4.7 Descripción de procedimiento de muestreo y evaluación de fruto manzana.

Cuando se realiza la inspección en los frutos, se pueden presentar varios daños dentro de las 10 cajas seleccionadas, y se deberán de separar de acuerdo a los daños que está presente ya sea, pudrición, inicio de pudrición, corazón acuoso, sunscald, Bitter Pit, mancha lenticelar, roces afectando a la pulpa, descomposición interna, deshidratación, golpes, heridas, presión mínima y máxima en libras, se considera mínima en manzanas con presiones inferiores a 11 libras.

Los daños fisiológicos y mecánicos que se describen a continuación afectan severamente al fruto en la poscosecha.

4.7.1 Escaldado Superficial

De acuerdo con Berger y Galletti (1984) el desorden escaldado superficial es uno de los principales problemas para los productores de manzana de todo el mundo. La susceptibilidad de la fruta a escaldado varía notablemente de un año a otro, llegando a ser incluso mayor que entre huertos

distintos. Granny Smith, Rome Beauty y Red Delicious son consideradas altamente susceptibles a este desorden, Braeburn y Fuji moderadamente susceptibles, y Golden Deliciosos, Gala son consideradas resistentes. A continuación se describen los síntomas, las causas y el control del escaldado superficial:

4.7.1.1 Síntoma de escaldado superficial. El daño se manifiesta como un pardeamiento difuso de la piel con tonalidades diversas (Figura 4.30). Los síntomas se ubican siempre en las primeras capas de células y es una característica generalizada de este desorden que el daño nunca se extienda ni comprometa la pulpa. El daño se induce durante periodos prolongados de almacenamiento (mínimo de tres a cuatro meses) a bajas temperaturas (0° C), pero los síntomas no se manifiestan inmediatamente, sino que requieren condiciones de maduración a altas temperaturas para su expresión. En relación a ello, cada variedad tiene un período crítico de conservación a 0 °C sobre el cual es más propensa a manifestar los síntomas. La máxima expresión del daño se produce a los 6-8 días de maduración.

4.7.1.2 Causas de escaldado superficial. El daño se debe a la autooxidación del compuesto a-farneseno que forma, durante la etapa de maduración, compuestos radicales (trienos conjugados) de gran capacidad de reacción, tóxicos para las células. El a-farneseno es un sesquiterpeno (15 carbonos) de naturaleza volátil miembro de los terpenoides, producido naturalmente por la epidermis del fruto. Puede llegar a constituir alrededor del 1% de la estructura lipídica de la manzana y posee una alta capacidad de oxidación que puede iniciarse en forma espontánea. El inicio de la oxidación puede producirse por la eliminación de un átomo de hidrógeno en forma espontánea o por la remoción de este átomo por la adición de un compuesto radical.

La pérdida de hidrógeno convierte a la molécula de a-farneseno en un compuesto radical (peróxido, hidroperóxido) capaz de reaccionar con múltiples compuestos, incluso con otras moléculas de farneseno u oxígeno produciendo la propagación de la oxidación que es muy difícil de controlar o detener en la práctica. El daño por estos compuestos radicales se cree que se producirían al reaccionar con proteínas e incluso con ácidos nucleicos lo que generaría

alteraciones en la permeabilidad de la membrana celular que resultaría en los pardeamientos que se observan en la práctica. El grado de susceptibilidad a este desorden depende de numerosos factores, variedad, depende del tipo de cubierta de cera que posea cada variedad, ya que ésta influye sobre el intercambio gaseoso y la disipación de compuestos tóxicos. Además de la capacidad antioxidante asociado al sistema lipídico de madurez. Las manzanas cosechadas en condiciones de menor madurez son más susceptibles al desarrollo de escaldadura.

Esta condición de la fruta ha sido asociada a una menor actividad del sistema antioxidante de la epidermis del fruto. El daño es más severo en condiciones de verano seco y caluroso en las últimas semanas de crecimiento, siendo importante la radiación relativa. La aclimatación a bajas temperaturas menor a 10°C, durante la maduración, por un tiempo superior a 150 horas reduce la susceptibilidad en almacenamiento en sombreado. El escaldado es más severo en la porción verde de la fruta que en la zona coloreada, por lo que manzanas provenientes del interior del árbol tienen más riesgo.

4.7.1.3 Control de escaldado superficial. El método de control más utilizado es la aplicación de antioxidantes como difenilamina (DPA) que eviten la oxidación del α -farneseno. La difenilamina es un antioxidante sintético insoluble en agua y formulado con otros compuestos para mejorar su solubilidad. Existen dos tipos de formulaciones: DPA polvo soluble que se usa en variedades rojas Starking, y la otra preparación es un DPA en emulsión, la cual es especialmente recomendada para manzanas Granny Smith. El tratamiento se realiza mediante ducha o inmersión, en concentraciones de 1000 a 2500 ppm con fruta a temperatura ambiente (20 °C), siendo la dosis más elevada para variedades sensibles, cosechadas temprano o que se destinarán a almacenamiento prolongado.

Este se debe aplicar inmediatamente después de cosecha (no más de una semana). Después de aplicar, se recomienda esperar por lo menos 16 horas antes de enfriar la fruta. Trabajos realizados demuestran que se obtienen mejores resultados cuando se atrasa el enfriamiento por 2 días a 5° C, ya que esto mejora la efectividad del antioxidante DPA y no produce efectos negativos

de ablandamiento en la fruta, siendo posible de implementar en el sistema comercial. Para lograr mayor efectividad se debe considerar, revisión periódica de la concentración de DPA en la tina de aplicación; tiempo de exposición de la fruta y grado de cobertura de ella con la solución.

Otra alternativa de control incluye el producto 1-metilciclopropeno (1-MCP), comercialmente conocido como SmartFresh™ que inhibe la acción del etileno. Su aplicación ha demostrado reducir significativamente el escaldado superficial, siendo su eficacia comparable a la de DPA. Sus principales ventajas son, ser un producto inocuo que no contamina el agua; efectivo a muy bajas dosis (625 ppb); y no deja residuos en la fruta post-tratamiento. Su aplicación debe considerar la concentración de 1g/m^3 , de producto Smartfresh™ (0,14%), en una cámara hermética, por un tiempo mínimo de 9 horas y con un enfriamiento lento hasta 0°C , un mes después de la aplicación. SmartFresh está formulado como un polvo que, cuando se adiciona al agua, libera el ingrediente activo en el aire. Al final del periodo de tratamiento, la unidad debe ser ventilada por un mínimo de 15 minutos.

Después de la aplicación, la fruta que no va a ser vendida inmediatamente deberá ser almacenada de acuerdo a las buenas prácticas comerciales estándares, en cámaras de atmósferas controladas. Como una alternativa de reemplazo al DPA, se han usado compuestos ricos en Vitamina C y E; sin embargo, su efectividad es incierta y limitada a un breve período de almacenamiento, que no supera los 3 meses. Almacenar la fruta en atmósfera controlada con bajo oxígeno ($<1\%$) y CO_2 inferior a 2% , reduce efectivamente la escaldadura, ya que previene los procesos oxidativos.

Las concentraciones de oxígeno y anhídrido carbónico adecuadas para el control de escaldadura dependen de la zona de cultivo, y hay que tener cuidado con la tolerancia de cada variedad a bajos niveles de oxígeno. Alta temperatura, tratamientos de 4 días a 38°C o inmersión en agua caliente, (50°C por 50 seg) tienen un efecto positivo sobre la disminución del escaldado. Sin embargo, el efecto disminuye con un almacenamiento prolongado y no son prácticas fáciles de implementar a nivel comercial. Dado que el escaldado podría ser una expresión de un daño por frío, en variedades como Granny

Smith se recomienda comenzar el almacenamiento con una temperatura cercana a 4 °C durante 2 a 4 semanas, para reducirla gradualmente hasta llegar a 0°C.



Figura 4.30. Pardeamiento difuso de la piel con tonalidades diversas.

4.7.2 Corazón acuoso

Es un desorden interno que generalmente no altera la apariencia externa de la fruta, hasta que ocurre un quiebre severo del tejido. Comúnmente esta pérdida es evaluada por inspección visual de manzanas cortadas en dos mitades. El cultivo puede tener serias pérdidas económicas si se detecta corazón acuoso porque podría resultar en una baja completa de la partida de la fruta a comercializar. Por otra parte, si el desorden no se detecta y las manzanas son almacenadas puede ocurrir un pardeamiento interno y una depresión del tejido produciendo un producto invendible (Toledo y Fredes, 2008). Dentro de los desórdenes de manzanas, corazón acuoso puede constituir un problema importante en ciertos años y condiciones. Su grado de incidencia varía de año a año. Las variedades susceptibles son Cox's Orange Pippin, Delicious, Fuji, Braeburn, Jonathan, Stayman, Starkrimson y, algo menos, Golden Delicious, Granny Smith y McIntosh.

4.7.2.1 Síntomas internos del corazón acuoso. Los síntomas sólo se manifiestan al interior de la manzana y se caracterizan por la presencia de líquido en el espacio intercelular (Figura 4.31). El tejido entre los haces vasculares y el corazón adquiere un aspecto acuoso y traslúcido o vidrioso (Figura 4.40) pero se puede extender hasta las células debajo de la epidermis. El nivel del daño viene determinado al momento de cosecha, y no se sigue

desarrollando en almacenamiento o transporte. Sin embargo, si el daño es leve a moderado, los síntomas pueden desaparecer en almacenamiento, especialmente en atmósfera modificada, por absorción del fluido extracelular. En cambio, en tejidos con daño severo se puede desarrollar un pardeamiento, con posterior descomposición y fermentación del tejido dañado, desarrollando aromas y sabor desagradable (Berger, 1983).

4.7.2.2 Causas corazón acuoso internos. Las causas pueden ser debido a la maduración, temperatura, prácticas culturales (fertilización, riego, poda, entre otras) calibre, variedad o cultivar, nutrición mineral, alteración morfológica y otros factores. Este desorden usualmente está asociado con un problema vascular en manzanas, relacionado con el sorbitol, carbohidrato de mayor traslocación en manzanas el cual no puede ingresar a la célula; quedando en los espacios intercelulares, donde el menor potencial osmótico retiene agua. Como consecuencia, el daño causado por este desorden aparece como un área acuosa y traslúcida. En casos severos, la médula adyacente al corazón y todo el córtex también son afectados. El tejido afectado tiene un elevado contenido de agua, disminuyen los niveles de azúcares reductores y pectinas, aumentan productos anaerobios, hay un mayor contenido de sorbitol que en tejidos normales y en general existe un desequilibrio metabólico con respecto a manzanas normales (Toledo y Fredes, 2008).

Se desconoce porque se acumula sorbitol en esas zonas, aunque puede deberse a una modificación en la permeabilidad de la membrana o que debido a ciertas circunstancias, las células no son capaces de transformar todo el sorbitol en fructosa. Esta acumulación de sorbitol atrae el agua de las células (diferencia de concentración osmótica) y provoca el aspecto vidrioso alrededor de los haces vasculares. Este líquido en el espacio intercelular disminuye el nivel de oxígeno o intercambio gaseoso de las células causando pardeamiento y fermentación debido a los azúcares del líquido intracelular. Este desorden se encuentra principalmente en fruta cosechada en estado sobremaduro, y es frecuente en fruta grande, expuesta a la luz y/o con deficiencias de calcio.

Además, los árboles vigorosos con alta relación hoja/fruto y excesivas fertilizaciones nitrogenadas aumentan la incidencia del desorden. También

condiciones climáticas, altas temperaturas y estrés hídrico, durante la maduración del fruto son condiciones en el desarrollo del problema. El daño es común en variedades de escaso color o cuando se ubican en condiciones límites para su desarrollo, bajo estas circunstancias la espera en el desarrollo de este parámetro de calidad comercial provoca la cosecha de fruta sobremadura con síntomas internos, evidentes del desorden (Berger, 1983).

4.7.2.3 Control del corazón acuoso. La mejor forma de controlar la incidencia de este desorden es cosechar la fruta en un estado óptimo de madurez, en aquellos años con síntomas del daño se deben separar los lotes en función del porcentaje de fruta con daño severo y restringir su almacenamiento. En caso de daño leve y moderado el daño se reabsorberá durante el almacenamiento. Los manejos de precosecha que favorezcan el crecimiento equilibrado del árbol y eviten el incremento de relación hoja/fruto (poda, programa de fertilización, raleo) ayudan a disminuir la aparición del desorden, sin embargo rara vez se utiliza como herramienta de solución, más bien es una condición ideal de equilibrio para todos los desórdenes en manzanas, como son también las aplicaciones foliares de calcio al árbol o las inmersiones de poscosecha en soluciones de calcio (Gil y Sanhueza, 1983).

Las manzanas afectadas por corazón acuoso se pueden detectar por flotación en las tinas de vaciado, ya que tienen una mayor densidad que las sanas. Es necesario considerar que las manzanas de menor tamaño tienden a ser más densas, lo que dificulta la separación. Otro método de detección no destructivo del desorden es la conductividad de la luz a través de los tejidos, ya que los tejidos dañados conducen más fácilmente la luz que el tejido sano. Métodos de mayor costo y precisión son los de resonancia magnética (Berger, 1983).



Figura 4.31. El corazón de la manzana adquiere un aspecto acuoso y traslúcido.

4.7.3 Magulladura

En manzanas este problema es bastante frecuente, ya que son menos tolerantes que otras especies frutales. La fruta recibe cargas mecánicas (impactos, roces y comprensiones) que derivan en magulladuras y heridas que reducen su calidad y valor comercial (García, 2008). Las variedades más sensibles al problema en orden descendente serían Pink Lady, Golden Delicious, Tentation, Granny Smith, Fuji, Red Delicious, Gala y Braeburn.

4.7.3.1 Síntomas de magulladura. Se define como magulladura a los síntomas provocados por fuerzas de compresión, impacto y vibración (Figura 4.32). En el momento que se realiza el empaque en ocasiones ocurren daños con la velocidad, la caída y el amortiguamiento (García, 2008). La magulladura es el resultado del impacto, caídas, rebotes o choques, en cambio la compresión es el resultado de un exceso de carga sobre el fruto. Los golpes, impacto o presiones, deterioran la pulpa, sin romper la cáscara, dándole un aspecto corchoso y cambiando progresivamente su color durante almacenamiento y transporte. Una incidencia superior a 1,2 cm² es considerada defecto con un 5% de tolerancia.

En el caso de la variedad Pink Lady se ha encontrado que del total de fruta no exportable un 45% de la fruta se ha rechazado por problemas de daños mecánicos. Una vez que se produce el golpe, la manifestación del daño es lenta, pudiendo expresarse a nivel de consumidor. La expresión del daño depende de la estructura del tejido de cada fruto, pero en general, los machucones que provienen de cosecha y embalaje son fáciles de reconocer. Usualmente son pequeños, superficiales y numerosos, y la piel que los cubre es normal o levemente decolorada. Bajo la piel el tejido dañado se decolora o se vuelve color café. Inicialmente el tejido es blando, pero con los días se vuelve seco y esponjoso (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.7.3.1 Causas de magulladura. Las dinámicas de los procesos de cosecha, selección, empaque y transporte generan la posibilidad que se produzcan golpes entre frutos. En la cosecha los golpes se producen en el recipiente de cosecha a granel y el vaciado de las cajas cosechadas. En el transporte

factores como condición de caminos, velocidad, sistema de amortiguación y distancia influyen en la expresión. En las líneas de empaque se debe a superficies duras, grandes diferencias de alturas entre los tramos y flujo de fruta, entre otros. Se estima que un 40% de las magulladuras ocurren en el campo y 40% en la línea de selección. La fruta de mayor grado de madurez es más susceptible a desarrollar este problema. Temperatura de pulpa cercana a 0°C incrementa la susceptibilidad al daño (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.7.3.2 Control de magulladura. Se deberán identificar y mejorar constantemente los lugares o causas donde se produce el daño. Considerar utilizar cajas de cosecha acolchadas, capacitar a cosechadores, proteger las cajas cosechadas interiormente con esponja, supervisar labor de cosecha, utilizar transporte con sistema de suspensión de aire, se deberá cubrir las cajas cosechadas con un colchón de espuma en el trayecto de cosecha-empacado. En las líneas de empaque se puede minimizar el número de transferencias, disminuir alturas de caída de fruta, colocar elementos amortiguadores.

En cuanto al empaque, se puede utilizar dentro de las cajas unas superficies acolchadas que actúen de amortiguador e inmovilizador de fruta. Estudios han demostrado que la fruta dañada por impacto se puede recuperar, dependiendo del grado del daño y la temperatura de almacenamiento. A mayor severidad, mayor requerimiento de temperatura para reabsorber el daño. Se ha comprobado que se recupera un 69% de fruta con daño severo cuando es almacenada a temperaturas entre 15 y 20° C. Esto es importante, ya que los daños leves ocasionados por el impacto entre frutos en la línea de empaque se reabsorben durante el almacenamiento a 0°C y no deberían constituir problemas comerciales (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

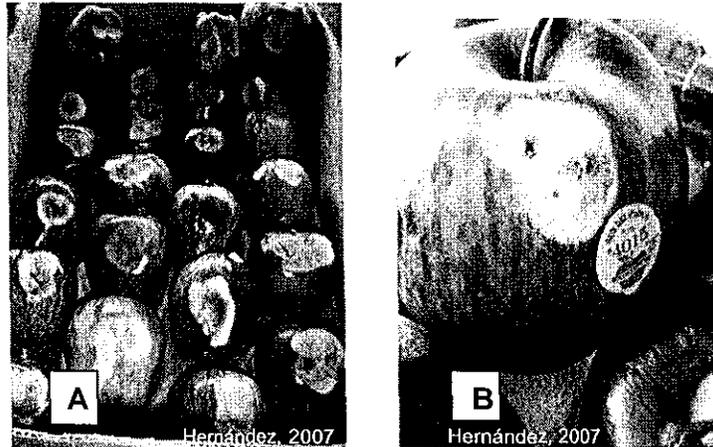


Figura 4.32. Magulladura a los síntomas provocados por fuerzas de compresión, impacto y vibración A y B (Hernández, 2007).

4.7.4 Depresión amarga o Bitter Pit

El Bitter Pit es una alteración es un desorden fisiológico influenciado por el clima y prácticas culturales. Se desarrolla durante el almacenamiento y normalmente ataca a las células superficiales y adyacentes ocasionando el principal problema fisiológico en el almacenamiento de manzanas a nivel mundial. Numerosos trabajos de investigación coinciden en resaltar el papel del metabolismo de calcio en el desarrollo del bitter pit ya que, según Poovaiah (1993) niveles bajos de calcio en determinados órganos de una planta no indican que se produzca una absorción insuficiente de este macronutriente, si no que es posible que pueden ser fruto de una mala distribución. En el caso de Chile, se han reportado años con daños de hasta 40%. Ocurre en la mayoría de las variedades, pero es más común en Granny Smith, Braeburn, Delicious, Jonathan, Stayman, Cleopatra, Cox's Orange Pippin, Starkrimson. Menos susceptibles son Gala, Fuji, Golden Delicious, aunque existen casos de importancia cuando se dan las condiciones críticas (Berger y Galletti, 1984).

4.7.4.1 Síntomas de depresión amarga o Bitter Pit. En la manzana se observan deficiencias de calcio y excesos de magnesio. La concentración de nutrientes disminuye conforme aumenta su tamaño. Las características físicas, se visualizan exteriormente como pequeñas depresiones de un color verde intenso que se transforman en depresiones de 2 a 10 mm (dependiendo de la variedad) de color café y seco formando pequeñas separaciones (Figura 4.33). Hay

veces que sólo se visualiza una depresión ligera en la piel sin cambio de color. Debajo de cada depresión, en la hipodermis y tejido parénquimático de la pulpa, se observa un tejido café, seco, esponjoso con sabor amargo, producto de la muerte celular que origina suberización y pardeamiento.

Comúnmente las depresiones se distribuyen alrededor de la zona calicinal del fruto. Los síntomas se pueden observar en el árbol, pero es más común que el desorden se desarrolle después de 1 a 2 meses de almacenamiento a 0°C (Berger y Galletti, 1984).

4.7.4.2 Causas de depresión amarga o Bitter Pit. Este desorden se produce por una deficiencia localizada de calcio en la etapa de crecimiento y desarrollo de la fruta en el árbol. Niveles bajos de calcio en las células de la fruta afectan la permeabilidad de la membrana celular, causando daño y muerte. Las concentraciones de minerales en la fruta consideradas mínimas para reducir el potencial de riesgo del desorden serían: Calcio, mayor a 5 mg/100 gff (gramos de fruto fresco), Nitrógeno, inferior a 24 mg/100 gff, Potasio, inferior a 24 mg/100 gff y Magnesio, inferior a 3.8 mg/100 gff.

Las concentraciones de N, K y Mg son difíciles de exigir pues restringen otros aspectos de calidad, por lo tanto el único elemento mineral de importancia para verificar la sensibilidad sería la concentración mínima de calcio en el fruto o relaciones como K/Ca, (inferior a 40) o N/Ca (inferior a 10). El daño se inicia seis semanas después de la caída de pétalos, cuando la tasa de respiración y producción de etileno aumenta, coincidiendo con un periodo de alta producción de proteínas y pectinas en la fruta.

Cualquier desbalance mineral en este periodo produce una disminución de los niveles de calcio y aumenta la concentración de magnesio y potasio en la fruta, afectando la permeabilidad de la membrana celular. Esta anomalía produce que las células se mueran gradualmente sin mostrar síntomas antes de la cosecha. La inducción de este desorden en manzanas se produce en el árbol y cualquier manejo de precosecha que influya en el balance nutricional, afecta el nivel de incidencia del desorden. Es importante recordar que al haber crecimiento vegetativo, el calcio se deposita en las nuevas estructuras en

perjuicio de la fruta y no se moviliza de las hojas al fruto, cuando ocurre lo hace de noche y desde hojas cercanas al fruto.

Por lo tanto, árboles jóvenes y vigorosos, fruta sombría y grande, cosecha prematura (la fruta inmadura tiene mayor contenido de ácidos, los que reaccionan con el calcio libre), condiciones de estrés hídrico o exceso de agua en momentos críticos del crecimiento del fruto, aplicaciones excesivas de nitrógeno, podas fuertes, crecimiento vegetativo vigoroso, niveles altos de potasio o magnesio favorecen la incidencia del desorden. También se ha estudiado que factores climáticos como temperaturas altas de verano (+30° C), humedad relativa baja, vientos y mayor radiación favorecen la aparición del desorden. El desorden se expresa en forma desuniforme entre los diferentes huertos y árboles con variaciones en incidencia y severidad a través de los años. Años secos, con árboles de baja floración y baja carga son más sensibles al desorden (Berger y Galletti, 1984).

4.7.4.3 Control depresión amarga o Bitter Pit. El control de bitter pit corresponde a un conjunto integrado de medidas de manejo que permitan elevar el contenido de calcio en el fruto, y complementar con aplicaciones de calcio de pre y postcosecha. Todos los manejos de precosecha que mantengan un crecimiento equilibrado y uniforme del árbol a través del tiempo y que disminuyan la competencia de calcio entre el crecimiento vegetativo y la fruta, son importantes para reducir el nivel de incidencia del desorden. Hojas grandes, expuestas o bien iluminadas son requisitos para producir fruta con menor riesgo al desorden. La absorción de calcio, 40 días después de cuajados los frutos, es fundamental para lograr una concentración mínima a la cosecha.

Las aplicaciones foliares de calcio son efectivas para reducir la aparición de bitter pit, ya que parte del calcio que llega a la fruta es absorbido por la cutícula. Se recomienda realizar un buen programa de aplicación foliar, que considere unas 5-8 aplicaciones de calcio distribuidas en dos etapas; 3-6 semanas después de plena flor (fruto pequeño, escasa cutícula) y 1-4 semanas antes de cosecha (fruto grande cutícula permeable). Existen dos formulaciones CaCl_2 y $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, siendo el cloruro de calcio el más utilizado. Sin embargo, independiente de su formulación se recomienda aplicar por temporada un total

de 20 kg Ca/ha. Se debe evitar aplicar con altas temperaturas y suelo húmedo, ya que puede causar un quemado de las hojas o russet en fruto. Las inmersiones de calcio (2-3% de CaCl_2) en postcosecha son complementarias y no sustitutivas a las aplicaciones en precosecha.

Existen variedades sensibles a la toxicidad por las sales como, Gala, Golden Delicious y Jonagold, en las cuales no se recomienda la aplicación de postcosecha. La atmósfera controlada y humedad relativa alta ayudan a reducir la aparición de bitter pit en postcosecha. Se puede determinar el potencial de aparición de bitter pit de una fruta determinada, sumergiendo una muestra en 2000 - 5000 ppm en ethephon y madurándola a 20° C durante 7-10 días o por infiltración con soluciones a base de magnesio (Cloruro de magnesio, 0.05-0.1M) por 2 minutos, con una presión entre 250 y 500 mmHg observando el efecto después de 10 días (Berger y Galletti, 1984).

Las aspersiones de calcio en precosecha son más efectivas para reducir picado amargo. Las inmersiones de calcio en postcosecha son también benéficas. Concentraciones de calcio para inmersiones en Postcosecha: 3 a 4% Cloruro de calcio sólido al 77% de pureza, 2 a 3% Cloruro de Calcio sólido al 100% de pureza 0.7 a 1% en base a ión calcio (Ca^{+2}) (Mitcham *et al.*, 2008).



Figura 4.33. Depresiones de color café y seco (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.7.5 Daño por dióxido de carbono (CO_2)

Zoffoli *et al.* (1995) señalan que este daño se produce en fruta almacenada bajo condiciones de atmósfera controlada, transportada en vehículos con mala ventilación o cuando es tratada con CO_2 en postcosecha. El grado de incidencia del daño va a depender de la variedad, temperatura, oxígeno y condición de la fruta. Variedades susceptibles son Fuji, Braeburn,

Pink Lady, McIntosh, Cortland y Cox'Orange. A continuación se describen los síntomas, causas y control del daño:

4.7.5.1 Síntomas daño por dióxido de carbono (CO₂). Los síntomas de daño por CO₂ varían de acuerdo a la concentración, tiempo de exposición a CO₂, y a la variedad. La aplicación de cera en manzana, es en caliente y requiere de un secado posterior, este secado aumenta la temperatura de la fruta, pero esto es solo superficial, por lo que no es tanto el cambio de temperatura. El secado de la cera se realiza en un túnel, en el cual circula aire caliente; la temperatura debe ser precisa para evitar que dañe las células superficiales de la fruta pero que se seque la cera. El exceso de cera produce una intoxicación por el CO₂. El daño externo se visualiza como una mancha café, de textura rugosa, bien definida y un poco hundida en la piel, similar a los síntomas del desorden escaldado superficial (Figura 4.34). En cambio, el daño interno produce una necrosis del tejido del corazón con un aspecto café, seco, bien definido y firme. En el caso de las variedades Fuji, Braeburn y Pink Lady el pardeamiento interno no necesariamente termina en necrosis. Sólo cuando el daño es muy alto se producen depresiones en la superficie del fruto, sino no se ven síntomas externos.

4.7.5.2 Causas daño por dióxido de carbono (CO₂). Se llega a producir un daño por CO₂ se origina cuando, por algún motivo, las concentraciones de CO₂ aumentan al interior de las células. Estas concentraciones elevadas de CO₂ por un lado, interfieren en el proceso de oxidación del ácido succínico, produciendo niveles tóxicos para las células y por otra parte, niveles sobre el 20% de CO₂ causan una acumulación tóxica de acetaldehído. Las diferencias de susceptibilidad entre variedades se deben a diferencias anatómicas de la fruta cómo tamaño de espacio intracelular y grado de difusión de gases en el tejido.

El daño externo por CO₂ se produce en almacenamiento de atmósfera controlada y se asocia a condiciones de bajo oxígeno, fruta inmadura y a un rápido establecimiento de la atmósfera controlada antes de ser enfiada la fruta. El daño generalmente ocurre en los primeros días de almacenamiento, y no se propaga ni aumenta con el tiempo de almacenamiento. El daño interno por

CO₂ aumenta en fruta sobremadura y grande, con el atraso del enfriado, bajas temperaturas de almacenamiento y bajo oxígeno.

4.7.5.3 Control daño por dióxido de carbono (CO₂). Las manzanas son las frutas más comúnmente almacenadas en condiciones de atmósfera controladas, debido a que corresponden favorablemente a este tipo de almacenamiento. En general las condiciones de atmósfera controlada para las manzanas son de 2 a 3% de oxígeno y de 2% de CO₂, con la misma temperatura óptima que la se usaría en el almacenamiento refrigerado normal dependiendo de la variedad de que se trate (Yahia de Higuera, 1992). El control considera un manejo estricto de las concentraciones de gases evitando los niveles críticos de las variedades. El manejo de la temperatura debe evitar el enfriamiento rápido a 0°C o considerar el aumento de la temperatura en forma progresiva.

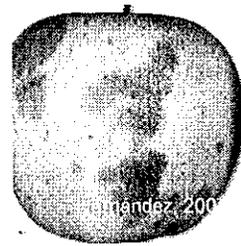


Figura 4.34 Daño externo por CO₂ afectando a la pulpa.

4.7.6 Descomposición interna

La incidencia de descomposición interna varía de año a año, aparentemente afectada por las condiciones de campo. Puede causar grandes pérdidas de fruta durante el almacenamiento, especialmente en fruta de mayor tamaño y sobremadura. Variedades más susceptibles son Fuji, Jonathan, Rome Beauty y Cox's Orange Pippin, menos Delicious, Granny Smith, y Spartan (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.7.6.1 Síntomas de descomposición interna. El daño sólo se manifiesta al interior del fruto, en la pulpa. Los frutos afectados presentan un cambio de color a pardo y ablandamiento de la pulpa, cuyo tejido se mantiene húmedo y está claramente separado del tejido sano, y los vasos tienen un color más oscuro (Figura 4.35). Puede dañar toda la pulpa, pero generalmente el daño se

distribuye en mayor proporción en la zona media del cáliz y la parte más madura de la fruta se ve más afectada que la parte más verde. Se puede confundir con daño por congelamiento, pero este último es independiente de la madurez de la fruta y puede ocurrir en cualquier ubicación (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.7.6.2 Causas de descomposición interna. Este desorden se asocia a fruta sobremadura y a las etapas finales de la vida de postcosecha, pero no se conocen las causas exactas del desorden. La descomposición interna indica el término de la vida de almacenamiento para esa variedad. Manzanas con corazón acuoso severo y en condiciones de almacenamiento con bajo oxígeno son condicionantes para la descomposición interna (Zoffoli y Gaudlitz, 2004) .

4.7.6.3 Control de descomposición interna. Una de las principales medidas para reducir el nivel de incidencia de este desorden es evitar cosechar fruta sobremadura, también el manejo de factores que predisponen, como asegurar una alta concentración de calcio en los tejidos del fruto. Aplicaciones de pre y postcosecha de calcio, Ácido giberélico (AG₃) y el rápido ingreso a frío de la fruta cosechada, minimizan el nivel de incidencia (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

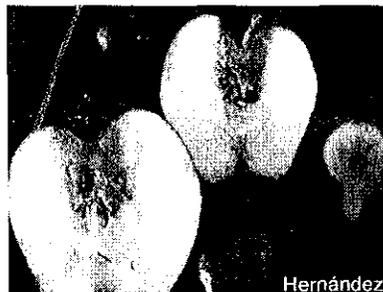


Figura 4.35. Descomposición interna del fruto.

4.7.7 Daño por roce

Las manzanas son bastante resistentes al daño por roce, en cambio las peras son muy susceptibles.

4.7.7.1 Síntomas de daño por roce. Los síntomas se manifiestan en la zona donde ocurrió el roce y se produce una decoloración difusa y poco definida en

la superficie del fruto que normalmente no se extiende hacia la pulpa, aparecen generalmente en las zonas más prominentes del fruto (Figura 4.36).

4.7.7.2 Causas de daño por roce. El daño ocurre cuando la fruta se somete a un movimiento extensivo donde las paredes del fruto se raspan con otra superficie. El daño por roce se puede ocasionar en las distintas etapas de postcosecha de la fruta, en cosecha, selección, empaque y transporte. Siendo más común que se deba al uso de cajas y bandejas inapropiadas que no mantienen la fruta suficientemente estática durante el transporte, causando que la fruta se mueva libremente contra el cartón. El bronceamiento en manzanas está determinado por la actividad enzimática de la polifenol oxidasa.

4.7.7.3 Control de daño por roce. Todas las medidas que disminuyan la posibilidad de roce de la fruta son efectivas, como modificar los procedimientos en etapas de cosecha y empaque, cubrir las cajas cosechadoras con un material blando, reducir la velocidad del cepillado en la línea, evitar que la fruta no quede libre en la caja (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

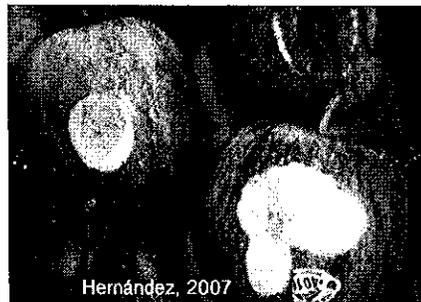


Figura 4.36. Los daños generados por el roce entre frutos afecta la pulpa.

4.8 Descripción de procedimiento de muestreo y evaluación de pera

Cuando se realiza la inspección en los frutos, se pueden presentar varios daños: Pudrición, inicio de pudrición, escaldado senescente, punteadura corchosa, escaldado superficial, maduración prematura, daños por roce, daño por amonio, pardeamiento interno, deshidratación, golpes, heridas; los valores de presión mínima son inferior a 10 L.

Los daños fisiológicos y mecánicos que se describen a continuación afectan severamente al fruto en la poscosecha.

4.8.1 Maduración prematura

El desorden ocurre antes de cosecha, pero afecta la vida y manejo de poscosecha.

4.8.1.1 Síntomas maduración prematura. El primer síntoma aparece en el árbol, la zona del cáliz de la fruta se pone amarilla y evoluciona luego a color rosado, seguido por ablandamiento de esa zona (Figuras 4.37 A y B). Cuando se cosecha fruta dañada y se almacena en frío, desarrolla durante la etapa de maduración (altas temperaturas) una descomposición interna característica alrededor del cáliz. El tejido es de color café, blando, acuoso y claramente visible a través de la piel (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.8.1.2 Causas maduración prematura. Se produce una maduración anticipada del fruto en el árbol cuando existen condiciones de clima fresco ($< 20^{\circ}\text{C}$ día, $< 10^{\circ}\text{C}$ noche) durante la etapa final de maduración del fruto (4 semanas antes de cosecha). Estas condiciones estimulan la producción de etileno y la maduración anticipada

4.8.1.3 Control maduración prematura. Aplicaciones de AG_3 (100 ppm) cuatro semanas antes de cosecha contrarrestan el efecto de las bajas temperaturas en los lugares donde suele ocurrir cosecha anticipada. Evitar cosechar fruta con síntomas (Zoffoli *et al.*, 1995).

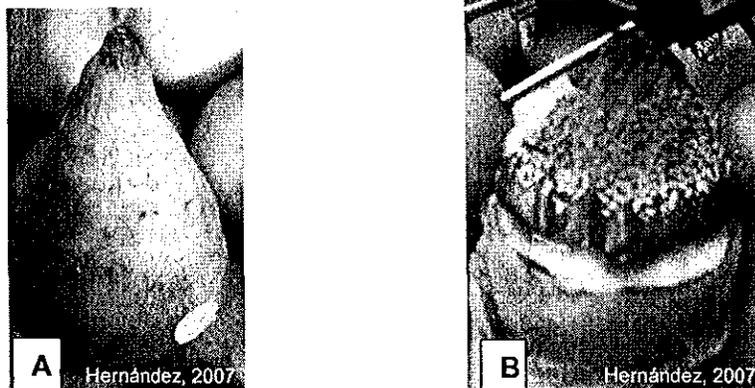


Figura 4.37 A y B. Síntomas de madurez prematura. El tejido es de color café, blando, acuoso y claramente visible a través de la piel.

4.8.2 Magulladura

Los machucones o magulladuras pueden ser producidos por vibración, impacto o presión. Y pueden ser detectados durante los procesos de cosecha y embalaje, o sólo ser percibidos por el consumidor una vez que la fruta llega a destino.

4.8.2.1 Síntomas de magulladura. Se desarrollan dos síntomas característicos dependiendo de las causas que lo originen. El primero (daño por impacto) se manifiesta casi exclusivamente al interior del fruto y sólo se distingue al pelar la fruta, donde aparecen pequeñas manchas redondas de color café con textura seca y esponjosa (Figura 4.38). Externamente, en la piel, se visualiza levemente una pequeña hendidura donde aconteció el golpe, sin cambios de color. El otro (daño por presión) en cambio, según la intensidad del daño se puede verificar solamente una deformación, o verse afectada la actividad metabólica donde ambos tejidos, piel y pulpa se pardean. Las peras no son susceptibles a ambos daños como lo son las manzanas, sin embargo lo son para el caso del daño por roce (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.8.2.2 Causas de magulladura. El machucón se produce por impacto o presión. El daño por impacto ocurre cuando el fruto cae de una distancia suficiente como para causar una lesión. La severidad aumenta con la altura caída de la fruta. En cambio, el machucón producido por presión es cuando el fruto soporta un peso superior al que puede tolerar. Este puede ocurrir en el manipuleo, transporte y almacenamiento y está relacionado con calidad y tipo de envase utilizado. El daño depende de la variedad, hidratación, temperatura del fruto, tamaño, peso y estado de madurez. La fruta procesada con bajas temperaturas (almacenamiento en frío antes de empacarla) es más sensible, al igual que fruta blanda donde los daños son más severos. Las peras con mayor madurez son más susceptibles al daño por impacto que las frutas en estado verde-maduro (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.8.2.3 Control de magulladura. Se debe de identificar y mejorar constantemente los lugares o causas donde se produce el daño. Considerar utilizar recipientes de cosecha acolchados, capacitar a cosechadores, proteger las cajas cosechadas interiormente con esponja, supervisar labor de cosecha,

utilizar transporte con sistema de suspensión de aire, cubrir las cajas cosechadas con un colchón de espuma en el trayecto de cosecha-empacado. En las líneas del empaque se puede minimizar el número de transferencias, disminuir alturas de caída de fruta, colocar elementos amortiguadores. En cuanto al empaque, se puede utilizar dentro de las cajas unas superficies acolchadas que actúen de amortiguador e inmovilizador de fruta (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

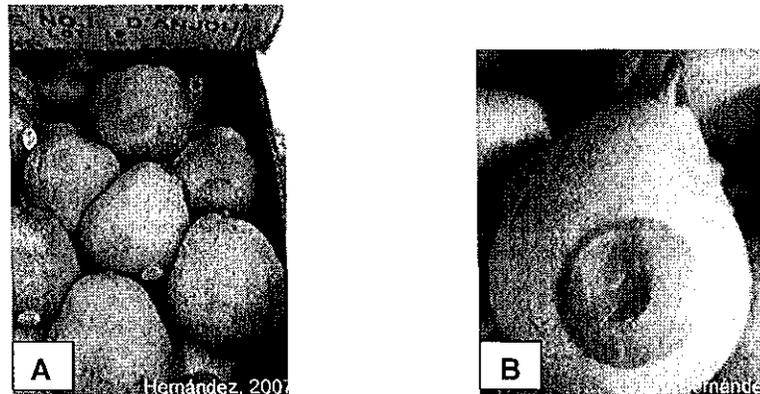


Figura 4.38. Síntomas de magulladura externos(A) e internos (B).

4.8.3 Daño por roce

De acuerdo con Zoffoli y Gaudlit (2004)El daño por roce es uno de los principales problemas comerciales de las peras. Es común en todas las variedades, pero las variedades con russet como Winter Nellis y Bosc son más tolerantes que Barlett y Anjou.

4.8.3.1 Síntomas daño por roce. Se produce una decoloración irregular de color café en la piel (Figura 4.39). Afecta las células de la piel y el tejido inmediatamente debajo de ellas.

4.8.3.2 Causas daño por roce. El roce resulta del movimiento reiterado de un fruto contra otro u otra superficie. Este movimiento continuo daña las células de la epidermis o las capas más superficiales de la pulpa, y produce la oxidación de fenoles en presencia de oxígeno por acción de la polifenoloxidasas, creando compuestos (ortoquinonas) responsables del color café. El daño se puede ocasionar en las etapas de cosecha, selección, empaque y transporte por

fricción de la fruta, por ejemplo, contra la pared de un envase, estante, rodillos o cintas durante la clasificación o el calibre.

4.8.3.3 Control del daño por roce. Aplicaciones en el campo de antioxidantes como ácido ascórbico y dióxido de sulfuro disminuyen el nivel de incidencia. Sin embargo, no se recomienda aplicar productos químicos en fruta cosechada para disminuir el roce producido en la línea de empaque. Se deben identificar y controlar los puntos críticos donde se produce el daño, modificar el comportamiento del personal de cosecha, capacitar a los empleados, cubrir las cajas de cosecha con un material blando que evite el movimiento de la fruta durante el transporte, cubrir peras con papel etc.

Para la variedad Anjou se recomienda como máximo un mes de almacenamiento en frío antes de su empaque y para Bosc no más de 2-3 semanas.

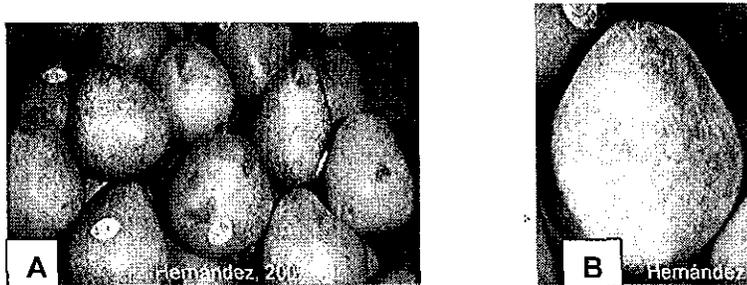


Figura 4.39. Daño por roce (A), decoloración irregular de color café en la piel (B).

4.8.4 Escaldado superficial

Las variedades susceptibles son: Anjou y Packham's Triumph. Este desorden es similar al escaldado superficial en manzanas.

4.8.4.1 Síntoma de escaldado superficial. El daño se manifiesta como un pardeamiento difuso en la piel y nunca compromete la pulpa (Figura 4.40). Se diferencia de escaldado senescente en que no compromete la pulpa y no se desarrolla a baja temperatura. Los síntomas se expresan principalmente durante el periodo de maduración, previa exposición a 0°C.

4.8.4.2 Causa de escaldado superficial. Este desorden se induce después de una cierta exposición a 0°C y al igual que escaldado superficial en manzanas, se produce por una autooxidación del compuesto α -farneseno que forma compuestos radicales de gran capacidad de reacción, tóxicos para las células. Se relaciona con cosecha inmadura, ya que la fruta tiene una menor capacidad antioxidante (Berger y Pastenes, 1994).

4.8.4.3 Control de escaldado superficial. Para prevenir su aparición en peras se utiliza el antioxidante sintético etoxiquina, que inhibe la oxidación del α -farneseno, aplicado como aspersion o inmersión a 1000-3000 ppm antes del almacenamiento. El antioxidante difenilamina, el cuál se utiliza en manzanas para prevenir este desorden, no es recomendable en algunas variedades de peras (Beurre d'Anjou), ya que causa fitotoxicidad. En peras Packham's Triumph no produce problemas y puede utilizarse en concentraciones de 1500 ppm.

El almacenamiento en atmósfera controlada retrasa la incidencia y la severidad del escaldado, recomendándose niveles bajos de oxígeno 1-2 % y que la concentración de CO₂ sea inferior a la de oxígeno (Berguer y Pastenes, 1994).

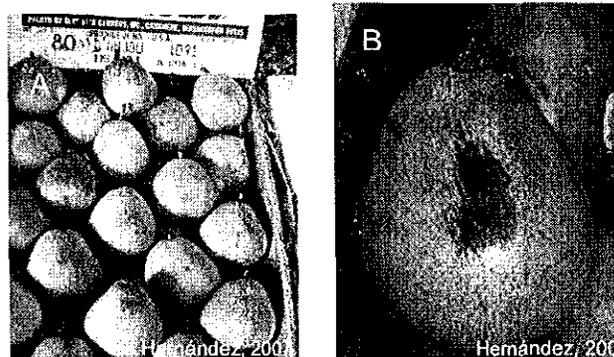


Figura 4.40. Escaldado Superficial, pardeamiento difuso en la piel y nunca compromete la pulpa.

4.8.5 Black end

Este desorden sólo ocurre en peras. Las variedad más susceptible son Barlett y D'Anjou pero también puede ocurrir en Packham's Triumph y B. Bosc.

La susceptibilidad entre variedades cambia de acuerdo a las condiciones del huerto, especialmente por la nutrición.

4.8.5.1 Síntomas de black end. Los síntomas se observan en el árbol, los lóbulos calicinales se deforman (aplastados) y la piel se ve estrecha y brillante (Figura 4.41). Después de un tiempo, esa zona se decolora a negro, síntoma característico de este desorden. En algunas variedades sólo se desarrolla unos pocos centímetros alejados del cáliz, en otros puede abarcar la mitad del fruto. Es común encontrar grietas en el tejido dañado. Generalmente no se extiende hacia la pulpa, dañando sólo la piel. No se propaga ni desarrolla en almacenamiento (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

4.8.5.2 Causas de black end. El desorden se inicia a los 15 días después de plena floración, cuando el calcio es deficiente en la fruta. También se asocia a niveles tóxicos de amonio en el fruto, dado por excesiva fertilización nitrogenada, falta o exceso de agua, crecimiento vegetativo vigoroso. Variedades injertadas sobre patrón *Pyrus serotina* son más susceptibles al desorden, ya que posee un sistema radical menor y es más sensible a un desbalance hídrico y nutricional.

4.8.5.3 Control de black end. Se recomienda tener un manejo cuidadoso para evitar riesgos, no se deberá cosechar la fruta que presente problemas y se deben hacer las aplicaciones foliares de calcio (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).

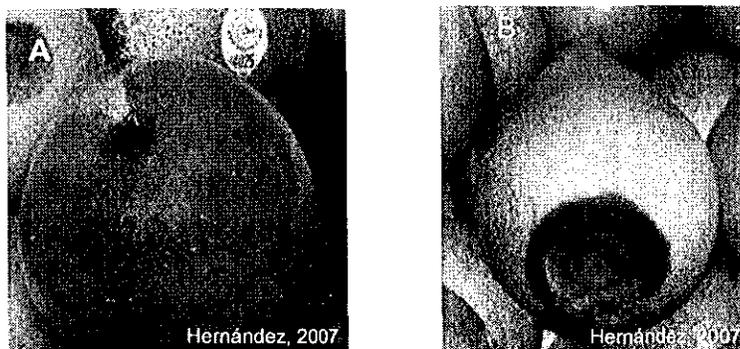


Figura 4.41. Síntomas de Black end externos (A) y a veces internos (B) los lóbulos calicinales se deforman.

4.8.6 Descomposición interna

4.8.6.1 Síntomas descomposición interna. Los síntomas comienzan en el corazón, el tejido se vuelve blando, acuoso y con mal olor (figura 4.42). Al intensificarse el desorden, el tejido alrededor del corazón se torna pardo al igual que los elementos del sistema vascular que van entre el pedúnculo y el corazón. Suele estar acompañado de escaldadura senescente. Los síntomas pueden aparecer durante o después del almacenamiento en frío, dependiendo de la variedad.

4.8.6.2 Causas descomposición interna. Es un proceso de senescencia que ocurre en forma natural en peras, pero hay factores de manejo que inciden en la vida postcosecha de la fruta y por lo tanto en la aparición anticipada del desorden, por ejemplo, las variedades cultivadas en climas frescos, demorar la refrigeración de la fruta una vez cosechadas, periodos largos de almacenamiento, cosechar fruta inmadura o sobremadura.

4.8.6.3 Control descomposición interna. Principalmente no se debe exceder el tiempo de almacenamiento recomendado para cada variedad. El cambio de color a amarillo en almacenamiento en frío es indicativo del término de la vida de postcosecha y de un aumento en el desarrollo de descomposición interna. Se ha visto que aplicaciones de calcio en postcosecha reducen la incidencia, al igual que almacenar la fruta en atmósfera controlada.

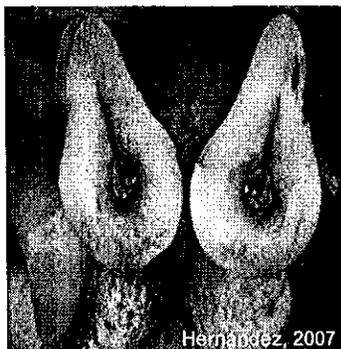


Figura 4.42. La descomposición interna comienza en el interior del corazón.

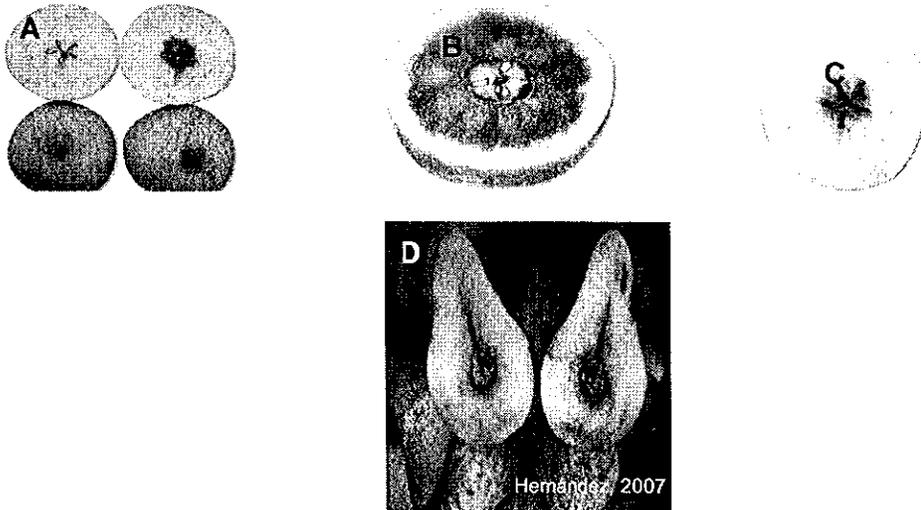
4.8.7 Pardeamiento Interno

Este desorden es el principal problema para el comercio de peras asiáticas. Afecta a las variedades Ya Li, Daisui Li, Seuri, Tse Li, Shin Li, Shingo, Okysankichi, Dan Be.

4.8.7.1 Síntomas Internos por pardeamiento interno. Se produce un pardeamiento en el tejido del corazón en todo el fruto (Figura 4.43). No hay síntomas externos. Los síntomas aparecen a las 2-6 semanas de almacenamiento en frío.

4.8.7.2 Causas por pardeamiento interno. Se desconocen las causas que producen el desorden. Pero se asocia a frutos cosechados con sobremadurez y al atraso en el momento de enfriado.

4.8.7.3 Control por pardeamiento interno. Para obtener un mejor control en la pera se deberá cosechar en su momento óptimo de madurez. Un indicador es el color de la piel, se recomienda cosechar los frutos con color verde a quiebre de color verde, el color amarillo al momento de cosecha indica un mayor riesgo de pardeamiento interno, almacenar fruta a 0° C (Zoffoli y Gaudlitz, 2004).



Figuras 4.43. Pardeamiento comparado con un fruto sin problema (A), pardeamiento severo (B), pardeamiento no tan severo (C) pardeamiento interno en el tejido del corazón (D).

V.- CONCLUSIONES

5.1.- Los principales daños que presentan los frutos importados de Chile, durante la etapa de transporte terrestre desde los puertos de Manzanillo en Colima, Lázaro Cárdenas en Michoacán y el de Veracruz, a la central de abastos de la ciudad de Guadalajara, Jalisco son los siguientes:

a).- Para el caso de uva: Desgrane, pudrición en bayas, bayas acuosas, bayas aplastadas y deshidratación.

b).-Para el caso de durazno, nectarina y ciruela: Frutos blandos, frutos deshidratados y punta blanda.

c).-Para el caso de manzana: Escaldado, niveles altos de CO₂, depresión amarga (biter pit) y descomposición acuosa.

d).- Para el caso de pera: Daño por roce, pardeamiento interno, punta negra (black end), congelamiento y descomposición interna.

5.2.- La función que tienen las empresas aseguradoras para el transporte de frutas es muy valiosa porque realizan inspecciones de calidad y determinan la condición de la fruta al ser adquirida luego de ser transportada, permitiéndole al comprador reducir las pérdidas económicas generadas por el transportista.

5.3.- Para reducir las pérdidas de frutos por transporte se debe actuar eligiendo una empresa transportista seria, con unidades refrigeradas nuevas o con servicios frecuentes del sistema de refrigeración, con conductores capacitados, responsables de la carga, del manejo del equipo durante el trayecto, conocedores de las reglas de transporte y de revisión en retenes, que respeten las reglas y señales de tránsito, responsables de la descarga y entrega del producto.

VI.- LITERATURA CITADA

- Angón-Galván P., S.N.F. Santos y C.G. Hernández, 2006. Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto. Revista. Temas de Ciencia y Tecnología Vol. 10, No. 30. pp3-8.
- Amézquita,R. y La Gra.J.1979. A methodological approach to identifying and reduce postharvest food losses. Seminario sobre Reducción de Pérdidas Postcosecha Agrícola en el Área del caribe y America Central. IICA-FAO.sto. Domingo, Republica Dominicana. No.219.
- AOAC, 1990. Association of Analytical Communities. Official Methods of Analysis 16 th. Ed. William S. (ed) Published by Association of official Analytical Chemists. Washington, D.C. USA (i.e., pp: 918-919).
- Berger, H. 1983. El corazón acuoso en manzanas. Aconex 4: 27-28.
- Berger, H. y L. Galletti , 1984. Huertos nuevos y su relación con bitter pit y escaldado. Aconex 8: 33-35.
- Berger, H. y C. Pastenes. 1994. Bitter pit y escaldado en pera Aconex 46: 30-32.
- Blond, R.D. 1984. The agricultural development systems project in Egypt. Univ. Calif.,Davis. p.42-48, 190-194.
- Bourne, M. 1977. The neglected dimension in increasing de word food supply. Mimeograph No.53, Cornell Univ; Ithaca, NY. 49 p.
- Candan Ana Paula. 2008. Harinosidad en durazno.
<http://www.inta.gov.ar/altovalle/actividad/investigacion/poscosecha/carozosdf-Harinosidad.htm>, consultado julio, 2008.
- Candan Ana Paula. 2008 Conociendo al enemigo.
http://www.inta.gov.ar/altovalle/info/biblo/rompecabezas/pdfs/rompe42_candan.pdf, consultado en junio, 2008.
- Cappellini, R.A. y Ceponis, M.J. 1984. Postharvest losses in fresh fruits and vegetables.p. 24-30. In: H.E. Moline (ed.), Postharvest pathology of fruits and vegetables:postharvest losses in perishable crops. Univ. Calif. Bull. 1914.
- CONAFRUT. 1977. Información Básica 1. Revista Fruticultura Mexicana. Comisión Nacional de Fruticultura. SARH.
- Coursey D.G. and Proctor F.1975. Toward the quantification of postharvest

- losses in horticultural production. Acta Horticultura Vol. 49.
- Crisosto H.C., 1994. Optimum procedures for ripening stone fruit Management of ripening fruit. Department of Pomology, University of California, Davis, CA. U.S.A. 24-25.
- Crisosto H. C, J. E. Mitcham. y Kader A., 2008. Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha en uva de mesa. Department of Pomology, University of California, Davis, CA. U.S.A. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Uva.shtml>
- Falchi, 2001. Elaboración de manuales de procedimientos para mejorar la calidad comercial de manzana, pera y durazno. Consultoría. Programa de mejoramiento de la calidad de frutas y hortalizas para consumo en fresco. MGAP-programa de Reconversión de la Granja (PREDEG). División Protección de Alimentos Vegetales (DPVA).
- FAO, 1987. Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortalizas. <http://www.fao.org/docrep/x5055S/x5055S03.htm>
- García R. F.J.. 2008. Desarrollo de positivos mecánicos para minimizar daños y medir la firmeza en líneas de manipulación de frutos. Biblioteca.net. <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=34395828>.
- Gatti, R. y P. Escudero. 1985. Pardeamiento interno en frutales de carozo. Revista Frutícola 6(2): 45-48.
- Gatti, R., Lavanderos, J.C., Contador, F. y J.P. Zoffoli. 1987. Efecto del embalaje y del anhídrido sulfuroso en uva de mesa. Revista Frutícola 8(1):13-15.
- Gil, G. y A. Sanhueza. 1983. Corazón acuoso de la manzana, naturaleza, importancia y manejo. Revista Frutícola 4(2): 57-60.
- Guerra, M., Vivas, Z., Quintero, I. and Zambrano de Valera, J. 1998. Estudio de las pérdidas post-cosecha en nueve rubros hortícolas. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 42:404-411.
- Hung, Y.C. 1993. Latent damage : a systems perspective. Postharvest handling. En : R.L. Shewfelt and S. E. Prussia. Postharvest handling : A systems approach. Academic Press, Inc. p. 211-224.

- Irarrazabal C. J.L., Lucchini M. C. y Salomón Y. J., 2008. Desarrollo de "Sunscald" en manzana CV. Grany Smith en almacenaje refrigerado. Universidad de TALCA. <http://dspace.utalca.cl/handle/1950/612>.
- Kader A., A., R.F. Kasmire, F.G. Mitchell, M.S. Reid, N.F. Sommer y J.F. Thompson, 1985. Postharvest technology of horticultural crops. University of California, DANR Special Publications No. 3311 (Chap. 3, 20 y 21).
- Kader A. A., 1992. Postharvest of Horticultural Crops. Second edition. University of California. Div. of Agr. And Nat. Resources. Publ.3322, 296 p.
- Maness, N.O., G. H. Brusewitz, y T.G. Mc Collum. 1992. Impact bruise resistance comparison among peach cultivars. HortScience 27(9): 1008-1011.
- Mitchell, F.G. 1992. Postharvest handling systems : temperate zone tree fruits (pome fruits and stone fruits). En : Kader, A.A. (Ed.) Postharvested Technology of Horticultural Crops : 215-221. University of California. Special Publication 3311.
- Mitcham E.J., Crisosto H.C. y Kader A.A., 2008. Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha en Manzanas. Department of Pomology, University of California, Davis, CA. U.S.A. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Manzana/granny.shtml>
- Morales, A. 1995. Mancha lenticelar en manzanas Gala y Royal Gala. Aconex 47: 15-17
- Noon, R. y Amiela, E. 1979. Pérdidas y calidad de la fruta en el mercado de La Merced en el Cd. De México. Memorias del Simposio "La investigación y el desarrollo experimental en CONAFRUT durante 1978". Vol. 2 692-702.
- Ortiz y Ortiz, 1984. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Editorial UACH, 374 p.
- Poovaiah B.W., 1993. Biochemical and molecular aspects of calcium action. Acta Hort 326:139-147.
- Prussia S.E., Y.C. Hung, T.L. Shewfelt, J. L. Jordan. 1987. Latent damage in apples and peaches. ASAHE paper No. 87-6520. St. Joseph MI.

- Siller C. J., 2007. 1er. Simposio Nacional Postcosecha y Exportación de Productos Hortofrutícolas y Flores. Frutas y Hortalizas. Causas Primarias y Secundarias de Pérdidas Postcosecha. Guadalajara, Jalisco. México.
- SIAP (Servicio de Información Estadística, Agroalimentaria y Pesquera). 2006 . Producción nacional de de frutas mexicanas para mercado nacional y exportación. <http://www.siap.gob.mx>.
de frutas mexicanas para exportación.
- Studman, C. J. 1995. A model of fruit bruising. 2nd Australian Postharvest Conference, Monash University, Melbourne, September 1995.
- Toledo V.S. A.; J. C. y Fredes O. 2008. Asesoría especializada frutales . WWW.ECOPLANT.CL ,consultado en julio, 2008.
- Tocornal, G. 1986. Aceptabilidad de madurez mínima de cosecha y comportamiento en postcosecha del cultivo de uva. Denominado Black Seedles chileno. Tesis de grado. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Wikipedia, 2008. Teoría del color. <http://www.wikipedia.org>
- Winkler, A.J.; Cook, J.A.;Kienwer, W.M; Lider, L.A. 1974. Development and composition of grape. General viticulture pag. 138-183.
- Yahia E.M. e Higuera C.I., 1992. Fisiología y Tecnología postcosecha de productos Hortícolas. Editorial Limusa p.303.
- Zoffoli, G.J.P. y C. Crisosto. 1995. ¿Qué es y cómo reducir el "Inking" o entintado en frutos de duraznos y nectarines? Aconex 49: 10-13.
- Zoffoli, G.J.P., Richardson, D. y P. Chen. 1995. Principales antecedentes orientados al manejo integrado del desorden fisiológico escaldadura de manzanas y peras. Revista Frutícola 16(3): 89-95.
- Zoffoli, G. J.P., Rodríguez, J., Levi, N. y M. Joui. 2001. Importancia de la fase rápida del generador de anhídrido sulfuroso en el blanqueamiento de uva de mesa. Aconex 71: 10-15.
- Zoffoli, G.J.P. y Gaudlitz N.R., 2004. Desórdenes Fisiológicos Postcosecha en frutos. Fondo de Desarrollo de la Docencia de la Vicerrectoría Académica y la Dirección General de Informática de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
http://www.uc.cl/sw_educ/agronomia/desorden_fruta/html/f_