

20081

3 cop

BIBLIOTECA AGRICOLA  
DE COLOMBIA

20 ENE. 2002

# MANEJO COSECHA Y POSTCOSECHA DE MORA, LULO Y TOMATE DE ARBOL

I. Q. MARIA CRISTINA GARCIA M.  
I. A. M.Sc. HUGO REINEL GARCIA B.

BOGOTA, AGOSTO DE 2001



CORPOICA es una Corporación mixta, de derecho privado sin ánimo de lucro, creada por la iniciativa del Gobierno Nacional con base en la Ley de Ciencia y Tecnología para fortalecer y reorientar la investigación y la transferencia de tecnología en el sector agropecuario, con la vinculación y participación del sector privado.

La misión se basa en la integración de sus cuatro objetivos básicos que son:

- Mejorar la competitividad del sector agropecuario.
- Desarrollar en forma equitativa la distribución de los beneficios de la tecnología a todo el sector.
- Asegurar la producción agrícola y pecuaria sostenible, mediante el uso racional de los recursos naturales.
- Desarrollar y manejar de manera adecuada una capacidad científica y tecnológica que permita al país generar la tecnología agropecuaria que requiere.

#### Editores

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria  
CORPOICA

#### Fotografía

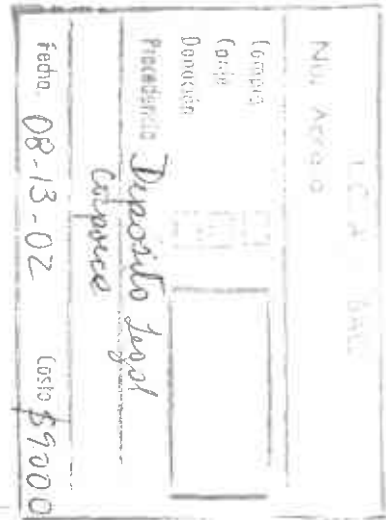
Hugo Reinel García B.  
Andrés Fonseca R.

#### Edición

2000 ejemplares

#### Financiación

PRGA Participatory Research and Gender Analysis



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA

Centro de Investigaciones Tíbitatá

Km. 14 Vía a Mosquera

Teléfono: 344 3000

Apartado Aéreo 240142 – Las Palmas

E-mail: [corpoica@corpoica.org.co](mailto:corpoica@corpoica.org.co)

## CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	9
PRESENTACION.....	11
INTRODUCCION.....	13
MANEJO COSECHA Y POSTCOSECHA DE MORA, LULO Y TOMATE DE ARBOL.....	15
1. RESPIRACION.....	15
1.1 GENERALIDADES.....	15
1.2 FACTORES QUE AFECTAN LA RESPIRACION.....	19
1.2.1 Factores intrínsecos.....	19
1.2.2 Factores extrínsecos.....	21
2. TRANSPIRACION.....	23
2.1 GENERALIDADES.....	23
2.2 FACTORES QUE AFECTAN LA TRANSPIRACION.....	24
3. MADURACION.....	26
3.1 TIPOS DE MADUREZ.....	26
3.2 CAMBIOS DURANTE LA MADURACION.....	27
4. PERDIDAS POSTCOSECHA.....	28
4.1 DAÑOS MECANICOS.....	28
4.2 DAÑOS FISIOLÓGICOS.....	30
4.3 DAÑOS OCASIONADOS POR PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	32
5. MOMENTO OPTIMO DE COSECHA.....	33
5.1 INDICES DE MADUREZ.....	33
5.2 ALISTAMIENTO DE LA COSECHA.....	36
6. RECOLECCION O COSECHA.....	38
6.1 GENERALIDADES.....	38
6.2 RECOMENDACIONES PARA LA COSECHA.....	39
7. POSTCOSECHA.....	41
7.1 GENERALIDADES.....	41
7.2 OPERACIONES POSTCOSECHA.....	42
7.2.1 Selección.....	42

	Pág.
7.2.2 Pre-enfriamiento.....	43
7.2.3 Clasificación.....	44
7.2.4 Limpieza y desinfección.....	45
7.2.4.1 La limpieza.....	45
7.2.4.2 Desinfección.....	47
7.2.5 Secado.....	47
7.2.6 Empaque.....	48
7.2.6.1 Funciones del empaque.....	48
7.2.6.2 Características del empaque.....	48
7.2.6.3 Materiales de embalaje.....	50
7.2.7 Almacenamiento.....	53
7.2.7.1 Tipos de operaciones de almacenamiento.....	53
7.2.7.2 Factores que afectan el almacenamiento.....	55
7.2.7.3 Almacenamiento en atmósfera modificada y controlada.....	56
7.2.8 Acopio.....	58
7.2.9 Otras operaciones.....	61
8. LA MORA.....	62
8.1 PRODUCCION Y CONSUMO.....	62
8.2 GENERALIDADES .....	62
8.3 INDICES DE MADUREZ.....	63
8.4 CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS.....	64
8.5 OPERACIONES DE COSECHA Y POSTCOSECHA DE LA MORA.....	67
8.5.1 Herramientas y aparejos para la recolección.....	67
8.5.2 Recolección.....	68
8.5.3 Selección.....	69
8.5.4 Clasificación.....	70
8.5.5 Lavado de la mora.....	72
8.5.6 Pre-enfriamiento.....	72
8.5.7 Empaque.....	73
8.5.8 Almacenamiento.....	74
8.5.9 Transporte y despacho de la mora.....	74

	Pág.
8.6 MERCADO.....	75
9. EL LULO.....	78
9.1 PRODUCCION Y CONSUMO.....	78
9.2 GENERALIDADES.....	78
9.3 CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS.....	79
9.4 INDICES DE MADUREZ.....	80
9.5 OPERACIONES DE COSECHA Y POSTCOSECHA.....	81
9.5.1 Recomendaciones para la recolección.....	81
9.5.2 Clasificación.....	82
9.5.3 Limpieza y desinfección del lulo.....	83
9.5.4 Secado.....	85
9.5.5 Encerado.....	85
9.5.6 Pre-enfriamiento.....	86
9.5.7 Empaque.....	86
9.5.8 Almacenamiento.....	87
9.6 MERCADO.....	87
10. TOMATE DE ARBOL.....	89
10.1 GENERALIDADES.....	89
10.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS.....	91
10.3 CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS.....	92
10.4 INDICES DE COSECHA.....	93
10.5 OPERACIONES COSECHA Y POSTCOSECHA.....	94
10.5.1 Recolección.....	94
10.5.2 Selección.....	95
10.5.3 Pre-enfriamiento.....	95
10.5.4 Lavado y desinfección.....	95
10.5.5 Clasificación.....	96
10.5.6 Empaque .....	96
10.6 MERCADO.....	97
BIBLIOGRAFIA.....	100

## LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Intensidad respiratoria de frutas de clima frío moderado, 20-22°C.....	17
Tabla 2.	Frutos climatéricos y no climatéricos.....	18
Tabla 3.	Sensibilidad al etileno de algunos productos hortifrutícolas.....	19
Tabla 4.	Indices de madurez utilizados para algunas frutas.....	35
Tabla 5.	Condiciones de temperatura y humedad relativa para el almacenamiento de algunas frutas.....	56
Tabla 6.	Ciclo de desarrollo del fruto de la mora de Castilla.....	63
Tabla 7.	Indices de madurez de la mora.....	64
Tabla 8.	Características fisicoquímicas de mora cosechada de la provincia del Sumapaz, según el grado de madurez.....	65
Tabla 9.	Requisitos de calidad en los supermercados de Bogotá.....	75
Tabla 10.	Precios de compra y venta de la mora manejados por supermercados de cadena en Bogotá, año 2000.....	76
Tabla 11.	Ciclo productivo del lulo.....	79
Tabla 12.	Características fisicoquímicas de una muestra del lulo de la provincia del Sumapaz.....	80
Tabla 13.	Características físicas, químicas y fisiológicas del lulo, madurez del Lulo.....	81
Tabla 14.	Daños sufridos por el lulo en el empaque y transporte.....	86
Tabla 15.	Características de calidad del lulo, exigidas por supermercados de cadena de Bogotá.....	87
Tabla 16.	Precios del lulo en supermercados de cadena de Bogotá.....	88
Tabla 17.	Etapas fenológicas del fruto de tomate de árbol.....	91
Tabla 18.	Características fisicoquímicas del tomate de árbol en la provincia del Sumapaz.....	92
Tabla 19.	Características fisicoquímicas y fisiológicas durante la maduración del tomate de árbol.....	93
Tabla 20.	Requisitos exigidos por las cadenas de supermercados de Bogotá....	97
Tabla 21.	Precios de compra y venta del tomate de árbol en las cadenas de supermercados de Bogotá.....	99

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Alimentación de la fruta.....	15
Figura 2. Respiración en frutas.....	16
Figura 3. Productos hortifrutícolas con intensidad respiratoria alta, media y baja.....	20
Figura 4. Area superficial en productos de la misma forma pero tamaño diferente.....	20
Figura 5. Frutos con daño mecánico afectan la velocidad de respiración.....	21
Figura 6. Barreras físicas en la conservación de frutas.....	22
Figura 7. Equilibrio en sistemas líquido - líquido.....	23
Figura 8. Madurez de consumo y madurez comercial.....	26
Figura 9. Deterioro del lulo durante la limpieza.....	28
Figura 10. Lulo con daño mecánico causado por corte.....	29
Figura 11. Lulo con daño mecánico causado por impacto.....	29
Figura 12. Recipientes muy profundos para la recolección del lulo.....	30
Figura 13. Acopio en lote a la intemperie.....	31
Figura 14. Mora con ataque de hongos.....	32
Figura 15. El color como indicador de madurez.....	34
Figura 16. Diagrama de flujo del momento óptimo de recolección (MOR).....	36
Figura 17. Recolección del lulo.....	38
Figura 18. Homogeneidad en madurez de la fruta recolectada.....	39
Figura 19. Recipiente tradicional en la recolección de mora.....	40
Figura 20. Recolección de mora en recipiente final.....	40
Figura 21. Canal de comercialización tradicional.....	41
Figura 22. Canal de comercialización moderno.....	42
Figura 23. Selección de la mora durante la cosecha.....	43
Figura 24. Sistema de pre-enfriamiento y almacenamiento en finca.....	44
Figura 25. Lulo clasificado por grado de madurez.....	45
Figura 26. Lavado por aspersión de zanahoria baby.....	46
Figura 27. Empaque como elemento de protección, exhibición y venta.....	48
Figura 28. Películas plásticas utilizadas en empaque de alimentos.....	49
Figura 29. Empaque de madera para la comercialización de mora y lulo.....	50

Figura 30.	Empaque de madera para la comercialización de mora.....	51
Figura 31.	Empaque de plástico utilizado para frutas y hortalizas.....	51
Figura 32.	Empaque de fique utilizado para tomate de árbol.....	52
Figura 33.	Empaques de polietileno y polipropileno.....	52
Figura 34.	Centro de acopio veredal.....	58
Figura 35.	Equipo de pesado.....	60
Figura 36.	Tabla de color de la mora.....	64
Figura 37.	Grado de madurez de mora recolectada en Sumapaz.....	66
Figura 38.	Daño de la fruta por grado de madurez.....	66
Figura 39.	Dureza de la mora versus grado de madurez.....	66
Figura 40.	Canastilla de recolección sucia.....	67
Figura 41.	Grados de madurez en fruta recolectada.....	68
Figura 42.	Selección de la mora en campo.....	69
Figura 43.	Recolección, selección, clasificación y empaque en finca.....	70
Figura 44.	Recolección de la mora en carro recolector y en balde tradicional.....	71
Figura 45.	Empaques utilizados en la comercialización de mora.....	73
Figura 46.	Transporte de la mora en campo.....	74
Figura 47.	Precio de la mora en la Central Mayorista de Corabastos.....	76
Figura 48.	Recolección del lulo.....	82
Figura 49.	Clasificación del lulo por tamaño.....	83
Figura 50.	Despelusado del lulo con costal.....	83
Figura 51.	Despelusador mecánico de lulo.....	84
Figura 52.	Empaques utilizados para el transporte de lulo.....	86
Figura 53.	Precio del lulo en Corabastos.....	88
Figura 54.	Tomate de árbol .....	89
Figura 55.	Dureza versus grado de madurez en tomate de árbol.....	92
Figura 56.	Tabla de color del tomate de árbol.....	94
Figura 57.	Herramienta de recolección del tomate.....	94
Figura 58.	Tomate con ataque de antracnosis.....	95
Figura 59.	Empaques para el manejo del tomate de árbol.....	96
Figura 60.	Precios del tomate de árbol en Corabastos.....	97

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar sus agradecimientos a la Regional Uno de CORPOICA, por su valiosa colaboración en la organización del trabajo con los productores, a través del doctor Pedro Prada L., director del CRECED del Sumapaz y el señor Sinibaldo Palencia auxiliar de técnico.

A todos los integrantes del Programa Nacional de Maquinaria Agrícola y Postcosecha de CORPOICA, al igual que a los ingenieros Miguel Sabogal A., Yadira Munévar y Judith Torres por el apoyo tanto técnico como logístico prestado a lo largo del desarrollo del proyecto que dio pie a esta publicación.

Al Centro de Investigación de Agricultura Tropical, CIAT por sus aportes en aspectos de investigación participativa y apoyo financiero.

A todos los productores que con sus aportes y acompañamiento en las diversas actividades, enriquecieron esta publicación y favorecieron el desarrollo y ajuste tecnológico.

Al doctor Fernando Cardozo del Programa de Socioeconomía de CORPOICA, por sus valiosos comentarios.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de este trabajo.

## PRESENTACION

Los cambios en los hábitos alimenticios han impulsado el desarrollo del sector frutícola a nivel mundial. Colombia, a pesar de contar con el potencial para el cultivo de diferentes especies frutícolas, no se ha hecho partícipe de esta situación y por el contrario, el bajo nivel de competitividad de las cadenas de los frutales está conduciendo a la pérdida del mercado nacional y a la reducción de posibilidades en el mercado externo.

Entre las razones que han llevado a esta situación, pueden mencionarse la falta de incentivos en las políticas agrarias, la ausencia de una logística de comercialización, la baja capacidad técnica, la deficiente infraestructura vial, pero ante todo, la falta de una cultura del manejo cosecha y postcosecha y no solamente por parte de los productores, sino de todos los integrantes de estas cadenas.

En el país la investigación básica se ha centrado en aspectos de fisiología, almacenamiento y empaques, principalmente y; puede afirmarse que se cuenta con conocimientos teóricos suficientes para elevar el nivel de competitividad. Sin embargo es necesario ajustar la tecnología y difundirla entre todos los agentes de la cadenas de acuerdo con sus condiciones socioeconómicas y culturales, de tal forma que se obtengan altas relaciones beneficio/costo y un mayor desarrollo productivo.

Mediante la integración y capacitación de todos los eslabones, esto es: productores, acopiadores, comerciantes mayoristas y minoristas, transportadores, agroindustriales, al igual que la vinculación y apoyo de todas las entidades gubernamentales, crediticias, de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología, se contribuye a estructurar cadenas con un alto nivel de competitividad en los mercados, tanto a nivel nacional como internacional.

## INTRODUCCION

Esta publicación se originó a partir del proyecto "Exploración de alternativas para el acondicionamiento y transformación de mora, (*Rubus glaucus*) a nivel de grupos asociativos de productores en el departamento de Cundinamarca", donde se buscaron alternativas para reducir las pérdidas de la fruta durante la etapa postcosecha y para fortalecer la participación de la mujer en las actividades generadoras de ingresos.

Al realizar un análisis socioeconómico de la región se encontró un sistema multiproducto, conformado por pequeñas unidades campesinas, donde la mora interactúa con otros frutales como el lulo y el tomate de árbol, constituyendo la base de la economía de esta región. En el nivel nacional, estos frutales son de gran importancia en la fruticultura por el área cultivada, el valor de la producción, el número de productores, el potencial para la exportación y la participación en el gasto de frutas dentro de la canasta familiar, entre otras razones.

A través de metodologías de investigación participativa se establecieron dos caminos, el de la transformación y el del acondicionamiento, para lo cual se determinaron las potencialidades y deficiencias de cada alternativa.

El proyecto mostró claramente la necesidad de apoyar a los grupos de productores en aspectos de mercadeo y comercialización y proveerlos de elementos básicos del comportamiento postcosecha de las frutas, que les permitan, mediante un manejo adecuado del producto, reducir las pérdidas, asegurar el mercado e incrementar sus ingresos.

El presente documento, realizado con base en las experiencias del proyecto y con el soporte de las recomendaciones básicas y trabajos realizados por el SENA, el ICTA, Cenicafé, la Universidad, el IICA y CORPOICA busca contribuir en alguna manera al desarrollo económico, social y tecnológico de los productores involucrados en los sistemas y cadenas productivas de las frutas del clima frío moderado.

## MANEJO COSECHA Y POSTCOSECHA DE MORA, LULO Y TOMATE DE ARBOL

Las frutas son estructuras vivas y por lo tanto responden a los estímulos a los que se ven sometidas. La falta de conciencia sobre este aspecto hace que se expongan a ambientes de temperatura y humedades relativas inadecuadas, manejos bruscos que causan impactos, cortes, compresión y que aceleran los procesos de respiración y transpiración de la fruta, reduciendo su calidad y tiempo de vida útil.

Por esta razón a continuación se presentan algunas generalidades sobre respiración y transpiración, procesos de gran importancia, para comprender el comportamiento de los frutos una vez recolectados y así tomar las medidas más adecuadas para su manejo.

### 1. RESPIRACION

#### 1.1 GENERALIDADES

Las frutas son estructuras vivas que presentan etapas de formación, crecimiento y desarrollo, las cuales demandan energía que la planta se encarga de proveer, a través del suministro de alimento.



Figura 1. Alimentación de la fruta.

Sin embargo una vez recolectada, la energía debe provenir de las reservas de alimento propias de la fruta. Por lo tanto, su tiempo de vida útil dependerá de la cantidad de nutrientes que haya logrado almacenar y de la velocidad a la que los consume.

El alimento es consumido durante la respiración, proceso metabólico que utiliza como materia prima compuestos como los azúcares, ácidos orgánicos u otros compuestos, formados durante la fotosíntesis, y los transforma con ayuda del oxígeno, en moléculas más simples como el bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), acompañadas de la liberación de energía, la cual puede ser almacenada en moléculas llamadas ATP o desprenderse en forma de calor. Esta energía es utilizada para el desarrollo de todas las actividades fisiológicas que le permiten continuar viviendo.



Figura 2. Respiración en frutas

Cuando las reservas comienzan a agotarse, la energía disponible se reduce, dando paso a las actividades de degradación de la fruta o etapa de senescencia. Por lo tanto si se logra que la fruta entre en una etapa de reposo, en la cual la velocidad de respiración se reduzca, las reservas alimenticias pueden alcanzar para períodos de tiempo mayores, favoreciendo la conservación de la fruta.

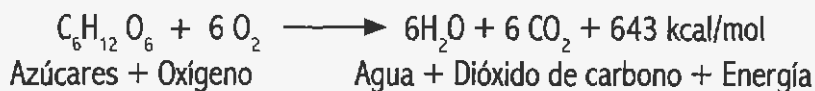
La velocidad a la que ocurren estos procesos fisiológicos en la fruta depende de gran cantidad de factores, por lo cual cada uno será tratado de forma separada, pero no sin antes hacer una aclaración de algunos de los términos utilizados.

**Tipos de respiración:** las frutas pueden presentar respiración aerobia y la anaerobia, dependiendo de la composición de la atmósfera.

La **respiración anaerobia** se realiza en ausencia del oxígeno. Los microorganismos, que practican esta respiración, obtienen la energía a partir de los azúcares,

generando como subproductos otros compuestos orgánicos. El proceso de respiración anaeróbico más conocido es la fermentación de azúcares para la obtención de alcohol.

**Respiración aerobia:** utiliza oxígeno para el desdoblamiento de moléculas de gran tamaño en moléculas más pequeñas y de fácil asimilación, además del rompimiento de los azúcares para obtener energía, CO<sub>2</sub> y agua.



La **intensidad respiratoria** es un índice muy significativo del tiempo de vida de cualquier fruta después de cosechada, puesto que indica la velocidad a la que la fruta consume sus reservas alimenticias. Normalmente se expresa en términos de mg CO<sub>2</sub>/kg de fruta / hora, es decir la cantidad de CO<sub>2</sub> que un kilogramo de fruta produce en una hora, por efectos de la respiración.

**Tabla 1.** Intensidad respiratoria de frutas de clima frío moderado, 20-22°C

PRODUCTO	mg CO <sub>2</sub> /kg.h
Curuba de castilla	490 – 600
Lulo	55 – 75
Mora de castilla	110 – 160
Tomate de árbol	10 – 60
Uchuva	470 – 520

Fuente: Federacafé. LIQC, Universidad Nacional, Universidad de la Sabana, Universidad de la Salle, UNISUR, 1994.

**Calor de respiración:** La energía obtenida como resultado del proceso de respiración, puede ser utilizada para el desarrollo de procesos de síntesis o fabricación de otros compuestos de importancia para la fruta. Sin embargo, cuando no hay demanda de ella, se libera en forma de calor aumentando la temperatura de los productos. Esta energía liberada se conoce como calor de respiración y debe ser retirada, para evitar el aceleramiento de los procesos de deterioro de la fruta.

**Frutas climatéricas y no climatéricas:** Los cambios en la intensidad respiratoria de las frutas a través del tiempo, desde su crecimiento hasta su senescencia, determinan la característica de los dos tipos de frutos: los climatéricos y los no climatéricos.

**Tabla 2.** Frutos climatéricos y no climatéricos

CLIMATERICOS	NO CLIMATERICOS
Aguacate	Carambola
Banano	Fresa
Breva – Higo	Granada
Ciruela	Lima
Curuba	Limón
Chirimoya	Mandarina
Durazno	Marañón
Feijoa	Mora
Granadilla	Naranja
Guanábana	Okra
Guayaba	Pepinillo
Lulo	Pepino cohombro
Mango	Pimentón
Manzana	Piña
Maracuyá	Sandía
Melocotón	Tamarillo
Melón	Tangüelo
Papaya	Tomate de árbol
Pera	Uva
Pitaya	

Fuente: Manual de Fisiología, Patología Post cosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. Fernando Gallo P. 1996.

Los frutos no climatéricos, después de cosechados, no tienen la capacidad de continuar con los procesos fisiológicos de maduración y los cambios que ocurren son causados por degradación.

En los climatéricos, los procesos fisiológicos de respiración son incentivados por el gas etileno acelerando la maduración. Por tanto, requieren de un manejo especial con el fin de evitar que el climaterio se active y los lleve a la senescencia rápidamente.

En la tabla 3, se presentan algunos productos hortifrutícolas y su sensibilidad al etileno. Se debe tener en cuenta que no se deben almacenar productos con alta sensibilidad al etileno con productos con alta producción de etileno, ya que este gas se encarga de activar el climaterio, aumentando drásticamente la velocidad de respiración y por lo tanto acelerando el deterioro de la fruta.

**Tabla 3.** Sensibilidad al etileno de algunos productos hortifrutícolas.

Sensibilidad	Producto
Alta	Aguacate Banano Granadilla Hortaliza de hoja Mango Maracuyá Papaya Pepino Cohombro
Moderada	Lima Tahití Mandarina Naranja Pitaya Tamarillo Tangüelo
Baja	Piña

Fuente: Fisher, G.; Torres, F. Acta Horticulture ISHS "Simposio Internacional de Fruticultura en los Altiplanos Tropicales": Memorias Tunja 1990. ISHS.

## 1.2 FACTORES QUE AFECTAN LA RESPIRACION

Todos los procesos metabólicos son afectados por diferentes factores, tanto intrínsecos (propios del vegetal), como extrínsecos (del medio que los rodea).

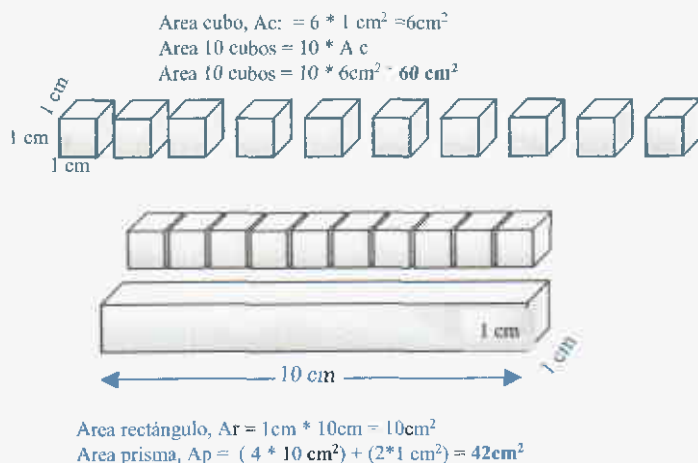
### 1.2.1 Factores intrínsecos

**El tipo de tejido u órgano.** Las hojas respiran más intensamente que las frutas y estas más que las raíces.



**Figura 3.** Productos hortifrutícolas con intensidad respiratoria alta, media y baja.

**El área del producto en contacto con el oxígeno.** El área superficial, por unidad de volumen, o área de contacto con el aire es menor en productos de gran tamaño que en productos pequeños, por lo tanto el intercambio de gases es menor en los primeros.



**Figura 4.** Área superficial en productos de la misma forma pero de tamaño diferente.

**La edad o el estado de desarrollo del fruto.** Los vegetales más jóvenes tienen mayor intensidad respiratoria.

**Los daños mecánicos y la sanidad del producto** afectan la actividad respiratoria, aumentándola especialmente en la zona afectada, debido a la activación enzimática o al aumento del área de contacto con el oxígeno.



**Figura 5.** Frutos con daño mecánico afectan la velocidad de respiración

**Tipo de producto.** Además de las características climatéricas del fruto, variables tales como la composición del mismo y estructura orgánica, entre otros, determinan en gran medida la respuesta respiratoria de la fruta a diferentes condiciones ambientales.

### 1.2.2 Factores extrínsecos

La **temperatura** es el factor externo o extrínseco más importante en la tasa de respiración y el más utilizado para disminuir la actividad respiratoria y así aumentar la vida útil de la hortaliza o fruta. Al bajar la temperatura la respiración disminuye y con ella todos los procesos de degradación de la fruta. Sin embargo, temperaturas muy bajas también pueden causar daño a la fruta, reduciendo su calidad.

**La composición de la atmósfera:** los gases que componen la atmósfera normal son el nitrógeno y el oxígeno en proporciones de 79 y 21%, respectivamente y en menor cantidad otros gases, como el anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ). El nitrógeno no participa en la respiración, mientras que el oxígeno es el gas más importante en este proceso.

La reducción en el porcentaje de oxígeno que rodea la fruta o el aumento del  $\text{CO}_2$  disminuye su actividad respiratoria, incrementando el tiempo de vida útil de la misma. Sin embargo, concentraciones muy bajas de oxígeno pueden originar la fermentación de la fruta, mientras que concentraciones altas de  $\text{CO}_2$  pueden alterar el desarrollo de la fruta, originando olores y sabores desagradables. Estos conceptos son la base de los sistemas de conservación de la fruta en almacenamiento de atmósferas controladas y modificadas.

El etileno,  $\text{C}_2\text{H}_4$ , es un gas producido por la misma fruta y en concentraciones muy bajas incrementa la respiración, condición favorable cuando se quiere madurar o

mejorar el aspecto de algunos frutos, pero desfavorable cuando se quiere conservar la fruta, obligando a un control cuidadoso de su concentración, para evitar el rápido deterioro de la fruta.

**Las barreras físicas.** Son elementos utilizados para cambiar la composición de la atmósfera que rodea la fruta, modificando la tasa de respiración. Como su nombre lo indica, constituyen obstáculos que restringen el libre paso del oxígeno, el  $\text{CO}_2$  y el vapor de agua hacia la fruta o de la fruta hacia el medio, alcanzándose rápidamente las condiciones de equilibrio del sistema, con lo cual la velocidad de deterioro de la fruta también disminuye.



**Figura 6.** Barreras físicas en la conservación de frutas.

Los empaques a base de polietilenos, polipropilenos, cloruro de polivinilo (PVC), y las ceras constituyen las barreras físicas más utilizadas.

## 2. TRANSPIRACION

### 2.1 GENERALIDADES

El agua es el principal componente de las frutas y hortalizas y se encuentra en dos formas, como agua ligada y como agua libre. La primera constituye una porción muy pequeña y es muy estable porque su unión es de tipo químico; mientras la segunda se encuentra en una proporción muy alta y puede ser removida del vegetal con cierta facilidad.

La **transpiración** es la pérdida de agua, en estado de vapor, a través del área de la fruta expuesta al aire. Esta pérdida de agua se traduce en una reducción del peso y pérdida de turgencia del producto, demeritando su calidad y valor comercial para el mercado de productos frescos.

La **humedad relativa, HR**. Se define como el cociente de la presión parcial del vapor de agua en el aire y la presión del vapor de agua a igual temperatura, expresada en porcentaje. Cuando se habla de aire saturado se hace referencia a un aire que tiene la máxima cantidad de agua que puede albergar, estado que corresponde a una **humedad relativa del aire del 100%**.

Cuando se ponen en contacto dos o más sistemas, se da una transferencia de vapor de agua del sistema con mayor presión de vapor hacia los de menor, hasta que las presiones se igualan. En esta condición se dice que los sistemas están en equilibrio y por lo tanto a esta humedad relativa se le conoce como **humedad relativa de equilibrio**.

El fenómeno de la transpiración puede ser representado por un sistema con dos compartimentos iguales, separados por una membrana permeable y en los que se ha colocado cantidades diferentes de agua. El agua comenzará a fluir de la sección con mayor volumen de agua a la del menor, hasta alcanzar el equilibrio.



Figura 7. Equilibrio en sistemas líquido - líquido.

En las frutas sucede algo similar. Cuando se encuentran en un medio en el que la presión de vapor de agua es menor que el de la fruta, se presenta la transferencia de agua de la fruta hacia el medio, ocasionando su deshidratación. La tasa o intensidad de transpiración de una fruta se determina como la pérdida de peso por cantidad de fruta y por unidad de tiempo.

## 2.2 FACTORES QUE AFECTAN LA TRANSPIRACION

La transpiración también es afectada por factores tanto intrínsecos como extrínsecos.

Entre los intrínsecos se tienen: la especie o variedad, el tipo de tejido, su relación área-volumen y su estado de sanidad e integridad. La influencia que ejercen sobre la transpiración es similar al de la respiración, es decir las hojas transpiran en mayor grado que los frutos y estos que las raíces y tubérculos. Los frutos pequeños pierden mayor cantidad de agua que los grandes, porque presentan una mayor relación de área / volumen y los daños mecánicos aceleran la pérdida de agua. Los productos maduros tienen su película cerosa bien formada lo cual les confiere características de impermeabilidad, reduciendo la pérdida de agua.

Entre los factores extrínsecos se tienen la humedad relativa, la temperatura y el caudal del aire.

**La humedad relativa** es el factor que más afecta la transpiración. Si el aire que rodea la fruta tiene una humedad relativa baja, es decir que tiene capacidad para albergar mayor cantidad de agua, promoverá el flujo de agua del producto hacia el medio, provocando su deshidratación y pérdidas considerables de peso. En caso contrario, cuando el aire tiene una humedad relativa alta, puede presentarse condensación de agua sobre la superficie del fruto, generando el desarrollo de microorganismos.

El efecto de **la temperatura** sobre la transpiración está muy relacionado con la humedad relativa. El aumento de la temperatura, incrementa la energía de las moléculas de agua y con ello, la presión de vapor de agua en el interior del producto también se incrementa. De otra parte la presión parcial del vapor de agua en el aire disminuye. Esta situación genera una transferencia de agua de la fruta hacia

el medio, ocasionando su desequilibrio interno, traducido en una fruta flácida y blanda, hasta llegar al marchitamiento.

En caso contrario, cuando la temperatura es baja, la capacidad del aire para albergar agua se reduce y la humedad relativa se incrementa, llegando rápidamente al límite o punto de saturación, (llamado punto de rocío), momento en el cual el agua comienza a condensarse sobre la superficie de la fruta, incrementándose la susceptibilidad al ataque por microorganismos.

Además de las condiciones psicrométricas del aire (humedad relativa y temperatura), es importante tener en cuenta el flujo o caudal de aire sobre la fruta y el tiempo de ventilación, ya que si se combina un aire de baja humedad relativa con caudales muy altos o exposiciones prolongadas, la fruta sufrirá una fuerte deshidratación.

### 3. MADURACION

La maduración es el proceso fisiológico que ocurre en un período de tiempo, como parte del crecimiento y desarrollo de una fruta. En muchos casos no hay crecimiento, sino una transformación interna de la fruta, que finaliza en un producto con sabor, aroma y color característicos que lo hacen atractivo para su consumo.

#### 3.1 TIPOS DE MADUREZ

Aunque generalmente se manejan tres tipos de madurez: la comercial, la de consumo y la fisiológica, la atención en este documento se centrará sobre la madurez comercial y de consumo.

**Madurez de consumo:** momento en el desarrollo fisiológico en que el fruto alcanza las mejores características sensoriales, esto es: sabor, color, aroma, textura, consistencia, etc.

**Madurez de cosecha o comercial** es la etapa fisiológica en el desarrollo de la fruta, en la que al ser desprendida del árbol, puede por si sola continuar su desarrollo hasta alcanzar la madurez de consumo.

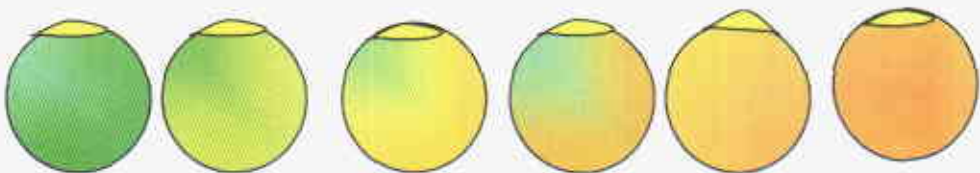


Figura 8. Madurez de consumo y madurez comercial

En los productos no climatéricos la madurez de cosecha debe ser igual o muy cercana a la de consumo, ya que estos frutos, una vez separados de la planta no siguen madurando.

**Madurez fisiológica.** Se presenta cuando las semillas completan su desarrollo fisiológico y se encuentran aptas para su reproducción. En ocasiones, la madurez de consumo se logra antes que la fisiológica como en el caso de algunos duraznos, mangos, habichuelas, entre otros.

### 3.2 CAMBIOS DURANTE LA MADURACION

El **cambio de color** es lo más perceptible durante la maduración de muchas frutas y es el criterio más utilizado para establecer su grado de madurez. El color verde comienza a desaparecer, por la degradación de la clorofila, mientras que por la síntesis de otros pigmentos como los carotenoides y las antocianinas, comienzan a aparecer e intensificarse los amarillos ocres y rojos.

Los **carbohidratos**, como el almidón, son convertidos en azúcares, lo cual favorece el sabor, la textura y la consistencia del fruto, haciéndolo más dulce y con mayor aceptabilidad. La degradación de carbohidratos de cadenas muy largas (sustancias pécticas y hemicelulosa) debilitan las paredes celulares y las fuerzas cohesivas que mantienen unidas a las células entre sí. En las primeras etapas de maduración su textura y consistencia se hacen óptimas, luego se ablandan hasta que la estructura del fruto se desintegra.

**Acidos orgánicos:** son transformados a azúcares, reduciendo de esta manera la acidez en las frutas maduras.

## 4. PERDIDAS POSTCOSECHA

Las pérdidas postcosecha en productos hortifrutícolas se definen como un déficit de la calidad inicial de los mismos, ocasionado por cambios biológicos, físicos, químicos y fisiológicos, ocurridos en cualquiera de las etapas comprendidas desde el momento en que el producto es cosechado hasta su consumo. Esta disminución de la calidad se traduce directamente en la reducción de su valor comercial.



Figura 9. Deterioro del lulo durante la limpieza

Las frutas y hortalizas son estructuras vegetales vivas, metabólicamente activas, lo cual limita su vida útil. Se estiman pérdidas, durante la postcosecha, entre el 5 y el 25% en países desarrollados y entre el 5 y el 50% en países en vía de desarrollo.

Los productos hortifrutícolas sufren diferentes tipos de daños, los cuales pueden clasificarse en tres grandes grupos, los de tipo mecánico, los de tipo fisiológico y los ocasionados por ataques de plagas y enfermedades.

### 4.1 DAÑOS MECANICOS

Las frutas tienen una estructura y textura blanda que los hace susceptibles al deterioro por impactos, cortes, abrasión, presión, originados en su mayoría por la manipulación durante el acondicionamiento, embalaje, empaque, transporte y almacenamiento inadecuados.

#### **Cortes o perforaciones:**

Causa: perforación producida en el embalaje por objetos agudos; astillas contenedores de bambú o madera, grapas o clavos sobresalientes.

Efecto: Cortes profundos en el producto que dan lugar a la pérdida de agua y a la contaminación por microorganismos.



Figura 10. Lulo con daño mecánico, causado por corte.

### Impacto (golpes)

#### Causas:

- Durante la recolección y el transvase, los frutos no son colocados en el recipiente sino que se dejan caer en él.
- Durante las actividades de cargue, transporte, descargue y apilamiento, las cajas se manipulan de manera brusca.
- Durante el transporte se caen los embalajes por la puesta en marcha o frenada brusca del vehículo.
- La alta velocidad en carreteras destapadas genera vibración e impacto de los frutos.

Efecto: magulladuras del producto, ruptura de los embalajes.

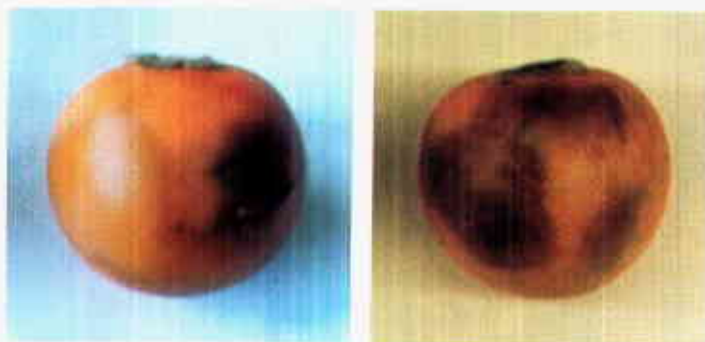


Figura 11. Lulo con daño mecánico causado por impacto

### **Vibración (sacudidas)**

Causa: fricción entre los frutos durante las diferentes actividades de acondicionamiento, transporte por carreteras en mal estado o en vehículos inadecuados.

Efecto: Deterioro de la fruta por abrasión. La fricción o rozamiento entre las frutas genera pérdidas de la epidermis con la consecuente pérdida de jugos y constituye una puerta de entrada a microorganismos.

### **Compresión (apretujamiento o aplastamiento)**

Causa: Recipientes de recolección o transporte profundos, pilas demasiado altas en contenedores endebles o excesivamente grandes; contenedores demasiado llenos. Derrumbamiento de los contenedores apilados durante el transporte.

Efecto: magulladuras o aplastamiento del contenido.



Figura 12. Recipientes muy profundos para la recolección del lulo.

## **4.2 DAÑOS FISIOLÓGICOS**

Los daños fisiológicos son aquellos relacionados con el normal funcionamiento de la fruta, es decir con las actividades de transpiración y respiración, las cuales van generando la pérdida de agua, así como el consumo de las reservas alimenticias de la fruta. Por lo tanto cualquier condición que acelere la transpiración y respiración reducirá el tiempo de vida útil y calidad de la fruta, incrementando sus pérdidas.

### Temperatura alta

Causa: exposición directa de la fruta al sol; falta de ventilación de los recipientes, vehículos de transporte y lugares de almacenamiento.

Efecto: las frutas aumentan su tasa de respiración y de transpiración, se deshidratan, se ablandan y se marchitan, adquiriendo sabores desagradables y la descomposición progresa rápidamente.



Figura 13. Acopio en lote a la intemperie

### Enfriamiento o congelación

Causa: exposición de las frutas a temperaturas inferiores a su nivel de tolerancia del frío o a la congelación.

Efecto: El daño al frío puede reflejarse de diversas maneras (de acuerdo con el producto) como decoloración interna y superficial, presencia de áreas café endógenas, falta de sabor, áreas de la pulpa saturadas de agua, picaduras, descomposición o deterioro acelerado (cítricos, piña, papaya, aguacate, banano), maduración no uniforme o ausencia de maduración (tomate, aguacate papaya), incidencia de patógenos y desarrollo de enfermedades.

Los daños pueden observarse durante el almacenamiento o después de trasladar el producto a un ambiente de mayor temperatura.

## Humedad

Causa: exposición a la lluvia o ambientes de humedad elevada.

Efecto: ataque de hongos y ablandamiento del producto.



Figura 14. Mora con ataque de hongos

## Luz

Causa: los rayos ultravioleta pueden decolorar la fruta.

Efecto: Pérdida de color.

## Contaminación química

Causa: Almacenamiento de frutas con productos químicos; utilización de contenedores tratados con conservantes, contaminación del producto por cajas contaminadas.

Efecto: contaminación del producto.

## 4.3 DAÑOS OCASIONADOS POR PLAGAS Y ENFERMEDADES

Causa: exposición del producto al ataque de insectos, roedores, pájaros y microorganismos; falta de aseo en los lugares de acopio y almacenamiento.

Efecto: Contaminación del producto por hongos o bacterias y rechazo del producto por los consumidores.

## 5. MOMENTO OPTIMO DE COSECHA

El momento óptimo de cosecha está regido básicamente por el mercado, el cual establece los requisitos que la fruta debe cumplir en el momento de la entrega e indirectamente los que debe presentar durante la recolección.

**Los requerimientos del mercado o del consumidor.** Desde el mismo momento de sembrar se debe tener en cuenta los requerimientos del cliente. Por supuesto este es un lineamiento que se debe mantener a lo largo de todo el proceso de cultivo y que determina en gran medida el momento de la cosecha. En el mercado nacional pueden encontrarse dos tipos de mercado, con niveles de exigencia muy diferentes: las plazas y los supermercados. El mercado de exportación exige niveles de calidad más altos, además de continuidad en la entrega y buenos precios.

Esta información se obtiene fácilmente a través de comunicación directa con el mercado de destino o mejor aún si se ha establecido algún tipo de contrato, donde el comprador y el productor han definido sus requisitos. Otra alternativa es la consulta en entidades que manejan esta información.

**La madurez fisiológica del fruto.** La determinación de la madurez es una actividad compleja en la que se necesita conocer los extremos de la maduración del vegetal, esto es el inicio de la maduración y la senescencia, la cual marca el punto cuando las reacciones de síntesis o formación se reducen e inician las reacciones de degradación o deterioro. La senescencia en productos climatéricos se inicia en el tercio medio del período de maduración, en los no climatéricos y hortalizas normalmente puede iniciarse en el momento de su recolección.

Diferentes instituciones han desarrollado una serie de estudios para llegar a establecer parámetros que permitan establecer el grado o nivel de madurez de un fruto. Estos parámetros se conocen como índices de madurez.

### 5.1 INDICES DE MADUREZ

Son criterios o parámetros que se emplean para determinar el grado de desarrollo de las frutas. Un buen índice de madurez debe ser sensible, es decir, capaz de poner de manifiesto diferencias pequeñas; práctico, rápido y reproducible y reflejar el grado de calidad exacto para determinar el momento preciso para iniciar la recolección.

Existen varios métodos, destructivos y no destructivos, para determinar el grado de madurez de la fruta. Algunos se pueden realizar en la finca y otros deben realizarse a nivel de laboratorio. Aunque la coloración de la fruta es el método más sencillo, rápido y económico, es el menos confiable y por lo tanto debe combinarse con cualquiera de los métodos presentados a continuación, para obtener mayor confiabilidad.



**Figura 15.** El color como indicador de madurez

Los **métodos temporales**, no son destructivos y pueden realizarse en campo. Se basan en cálculos directos sobre el tiempo desde la floración o la siembra hasta la maduración, de acuerdo con las unidades de calor (grados/día).

Los **métodos físicos** se basan en la madurez respecto a la medición o apreciación de alguna cualidad física, tales como color de la piel o corteza, color de la pulpa, llenado del fruto, presencia de hojas secas, secamiento de la planta, facilidad de abscisión o separación, dimensiones, consistencia (dureza), peso seco y fresco, gravedad específica y textura (tacto).

Entre los **métodos fisiológicos** se tiene el rendimiento de la pulpa, jugo o almendra, la producción de etileno y la intensidad respiratoria, la cual se mide en términos de mg de  $\text{CO}_2$ / kg de fruta por hora.

Los **métodos organolépticos**, están dados por características que pueden ser percibidas por los sentidos, determinando su madurez por medio del sabor, aroma, olor y color. La maduración organoléptica es un proceso en el que se transforma un tejido fisiológicamente maduro pero no comestible, en otro visual, olfatoria y cualitativamente atractivo.

Entre los **métodos químicos**, el más conocido a nivel de campo es el de los sólidos solubles o °Brix (°B), el cual es un indicador de la cantidad de azúcares que presenta la fruta. Así a mayor cantidad de azúcares, mayor grado de madurez. También se utiliza el pH, la acidez y el índice de madurez el cual está dado por la relación entre el brix y la acidez. El contenido de vitaminas, ácidos orgánicos, almidones, aceites y colorantes también pueden ser utilizados para tal fin.

En la tabla 4 se presentan los índices de madurez utilizados para algunas frutas, basados principalmente en métodos físicos y químicos, los cuales cuando se combinan permiten determinar con mayor confiabilidad el momento óptimo de recolección.

**Tabla 4.** Índices de madurez utilizados para algunas frutas.

Fruta	Parámetro	Valor
Curuba de castilla	Color de la cáscara	Verde con tonos amarillos en la zona apical
	Llenado del fruto	Completo
	Sólidos solubles totales	9 – 12° B
	Acidez total	27 – 38 mg/100 ml jugo
	I.M.	0,25 – 0,43 °B/meq/100 ml jugo
Granadilla	Color de la cáscara	Amarillo y verde cerca al pedúnculo
	Sólidos solubles totales	13,0 – 14,5° B
	Acidez total	0,08 – 0,12 meq/100 ml jugo
	I.M.	140 – 180°B/ meq/100 ml jugo
	Consistencia de la cáscara	2,4 kgf/cm <sup>2</sup>
Mora	Color del fruto	Rojo uniforme
	Rendimiento del jugo	> 25% a 12° B
	Sólidos solubles totales	5,5 – 7,5° B
	Acidez total	42 – 64 meq / 100 ml jugo
Pitaya Amarilla	Color de la cáscara	Verde amarilla-amarilla, la punta de las brácteas verdes
	Sólidos solubles totales	18 – 20° B
	Consistencia de la pulpa	2 kgf/cm <sup>2</sup>
	Llenado del fruto	Completo
	Prueba de almidón	Negativo parcialmente
	Acidez total	2,5 – 4,0 meq/100 ml jugo
	I.M.	4 - 7 °B/ meq/100 ml jugo
Tomate de árbol	Color de la cáscara	Morado con visos verdes o naranja intenso con visos verdes
	Consistencia de la pulpa	3 – 7 kgf /cm <sup>2</sup>
	Sólidos solubles totales	8 – 10 °B
	Prueba de almidón	Negativo parcialmente
	Acidez total	18 – 22 meq/100 ml jugo
	I.M.	30 – 40 ° B/ meq/100 ml jugo
Uchuva	Color de cáliz	Inicio del desverdamiento
	Color de la cáscara	Amarillo con visos verdes o naranja
	Sólidos solubles totales	12 – 15° B
	Acidez total	25-35 meq/100 ml jugo
	I.M.	12-30 ° B/100 meq jugo

Fuente: Gallo P, Fernando. Manual de Fisiología, patología post-cosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. Armenia. 1996.

En la figura 16 se resumen las recomendaciones a seguir para determinar el momento óptimo de la recolección, en el cual la madurez fisiológica de fruto y los requisitos del mercado constituyen los aspectos básicos. Sin embargo, las condiciones climáticas y el apoyo logístico también deben considerarse al tomar la decisión, ya que permiten planear mejor la recolección y responder con seguridad en caso de eventualidades. Esto implica conocer distancia al mercado, posibles rutas, días y horas de compra y volúmenes comercializados, entre otros aspectos.



Figura 16. Diagrama de flujo del Momento Óptimo de Recolección (MOR)

## 5.2 ALISTAMIENTO DE LA COSECHA

Aunque muchos productores no le dan importancia a esta parte del proceso productivo, es bueno recordar que la buena preparación, planeación, organización y realización eficiente de las labores previas se refleja en la rapidez de la cosecha, la disminución de las pérdidas por daño, en el tiempo de vida postcosecha y por su puesto, en los ingresos.

La preparación para las labores de recolección se inicia desde el mismo momento de la siembra, cuando se determina la distribución de las plantas en el lote, para facilitar la movilización del personal y reducir los tiempos y movimientos durante las operaciones.

**Alistamiento de herramientas.** El número y tipo de herramientas, equipos e instalaciones utilizadas por cada productor depende de la cantidad de fruta a cosechar, de los recursos económicos y del tipo de mercado de la fruta. Entre las labores recomendadas se tiene:

- Inventario sobre herramientas equipos e instalaciones existentes y necesarias para la cosecha.
- Estado de las herramientas y equipos.
- Adquisición de los elementos faltantes.
- Limpieza y desinfección de equipos, herramientas e instalaciones
- Despeje de las instalaciones para permitir la libre movilización del personal o de la fruta.
- Eliminación de materiales que puedan maltratar o contaminar la fruta.

**Alistamiento de personal.** Es necesario asegurar la cantidad y calidad del personal dedicado a esta labor. Por esto es importante determinar la cantidad requerida y la capacitación del mismo.

- Cantidad. Para determinar el número necesario de recolectores, es necesario definir la cantidad de fruta a recolectar, el tiempo destinado para esta tarea y el rendimiento promedio por recolector (kg/h).
- Capacitación. Es importante impartir instrucciones a los operarios con el fin de unificar criterios sobre las características de la fruta y la forma de recolectarla para no ocasionarle maltratos. Además se debe enfatizar sobre la importancia de la higiene de las personas que intervienen en la cosecha de la fruta para evitar la contaminación de la fruta.

## 6. RECOLECCION O COSECHA



Figura 17. Recolección del lulo

### 6.1 GENERALIDADES

Corresponde a la operación donde el empresario planea, organiza, coordina (dirige y motiva), ejecuta, verifica y retroalimenta los procesos administrativos para que el producto cumpla con los requisitos del consumidor en términos de calidad, precio, cantidad y oportunidad.

Inicialmente, es importante conocer muy bien el tipo de fruta que se está cosechando. Las climatéricas, frutas que continúan madurando una vez desprendidas del árbol, pueden ser recolectadas en estados de madurez menos avanzados. En estas condiciones presentan mayor resistencia al daño mecánico y menor susceptibilidad al ataque microbiológico, con lo cual se reduce el riesgo de daño o pérdida de la fruta durante la comercialización.

Las frutas no climatéricas deben recolectarse en el estado de madurez requerido por el cliente, es decir madura, lo cual hace más exigente las condiciones de manejo, por la mayor susceptibilidad al deterioro que presenta la fruta en este estado de madurez.

La recolección es determinante en la vida postcosecha de la fruta y requiere de alta experiencia y concentración, ya que la maduración no uniforme de las frutas dificulta esta labor. Es recomendable tener presente las características de la fruta a recolectar, ya sea a través de una tabla de color o de una muestra de referencia.

**Días de recolección.** Está dado por un balance entre la velocidad de maduración de la fruta (curva de maduración), la cantidad de fruta a cosechar, el costo de la recolección y la logística del mercadeo, además de todos los aspectos planteados anteriormente en la determinación del momento óptimo de recolección.

**Horas de recolección.** Se recomiendan las horas de la mañana, una vez que el rocío haya desaparecido (con el fin de evitar la fermentación y el deterioro por hongos). Es aconsejable que estas labores no se extiendan a lo largo del día, en especial en días soleados por el calentamiento de los frutos y porque en la mayoría de los casos no se realiza pre-enfriamiento.

## 6.2 RECOMENDACIONES PARA LA COSECHA

- Recolectar la fruta con un estado de madurez homogéneo.



**Figura 18.** Homogeneidad en madurez de la fruta recolectada

- No utilizar recipientes hondos ya que originan daños por compresión.
- Cosechar en horas de la mañana una vez se haya secado el rocío.



**Figura 19.** Recipiente tradicional en la recolección de mora

- Disminuir el manípulo y empacar directamente en campo (recolectar, seleccionar y colocar la fruta en el recipiente final).



**Figura 20.** Recolección de mora en recipiente final

## 7. POSTCOSECHA

### 7.1 GENERALIDADES

La postcosecha va desde la recolección del fruto hasta la adquisición por parte del consumidor. Aunque a veces la palabra se emplea indistintamente y puede confundirse con el término cadena de comercialización, esta hace referencia a cada punto en el que existe una transacción monetaria, es decir no incluye todas las operaciones de acondicionamiento realizadas a la fruta, mientras que la postcosecha si.

El sector hortifrutícola se caracteriza por presentar cadenas de comercialización con un gran número de eslabones (figura 21), incrementando el daño que sufre la fruta hasta llegar al consumidor.

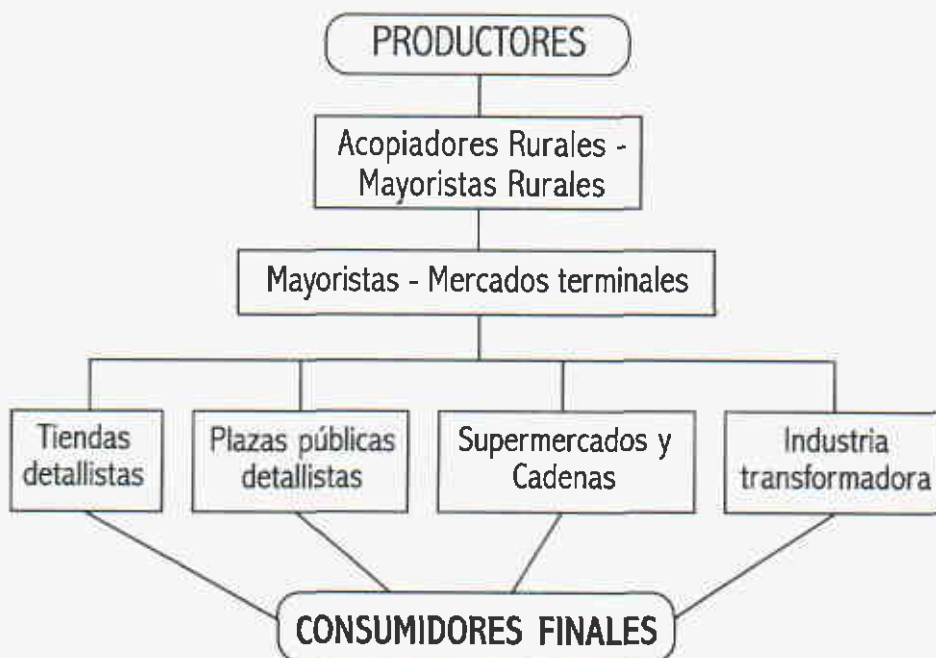


Figura 21. Canal de comercialización tradicional

Sin embargo en los últimos años se ha buscado cambiar esta situación a través del contacto directo entre los productores y las centrales mayoristas y las cadenas de supermercados. Otra alternativa planteada es la de la agricultura por contrato, pero aún está en una fase exploratoria. Esto reduce la manipulación de la fruta con el

consecuente beneficio para los integrantes de la cadena y en especial para los consumidores quienes podrán adquirir fruta de buena calidad y a buen precio. En la figura 22 se presenta el canal de comercialización que se busca generalizar.



Figura 22. Canal de comercialización moderno

Aunque los adelantos logrados en el manejo del cultivo han conducido a obtener fruta de buena calidad y altos rendimientos, las pérdidas durante las etapas de cosecha y postcosecha están limitando el crecimiento de estas cadenas.

La falta de organización y de planeación de las actividades de cosecha y postcosecha, al igual que de los productores y demás integrantes de estas cadenas, la falta de alternativas ajustadas a las condiciones económicas, técnicas y culturales de estos sistemas, el desconocimiento de la tecnología, la ausencia de políticas claras y estructuradas de desarrollo regional y la falta de apoyo a programas de capacitación y transferencia de tecnología en postcosecha, mantiene a estas cadenas en condiciones de competitividad muy bajas.

## 7.2 OPERACIONES POSTCOSECHA

Entre las operaciones o prácticas básicas a realizar durante la postcosecha para favorecer el mantenimiento de la calidad se tiene: la selección, el pre-enfriamiento, la clasificación, el lavado y desinfección, el secado y el empaque. Por lo general las operaciones de recolección, selección y clasificación se hacen por separado, primero se recolecta, luego se selecciona y por último se clasifica.

**7.2.1 Selección.** Esta operación busca separar los frutos aptos para la comercialización. En muchos productos hortofrutícolas, la selección, primera operación de la postcosecha, se realiza en el mismo momento de la cosecha, desechando los frutos con daño severo, ya sea de tipo mecánico, físico o por plagas.



Figura 23. Selección de la mora durante la cosecha

### Recomendaciones para la selección

- La fruta debe cosecharse con consistencia dura y firme. Además debe estar sana, entera y cumplir con los requisitos del mercado.
- Recoger en otro recipiente las frutas de ramas bajas y del suelo.
- Eliminar las frutas descompuestas, enfermas o con residuos de pesticidas.

**7.2.2 Pre-enfriamiento.** Tiene por objeto reducir la temperatura interna de la fruta, lo más pronto posible después de la recolección, hasta una temperatura óptima de conservación (2-10°C), que haga más lentos los procesos metabólicos de maduración y degradación de la fruta.

El pre-enfriamiento es más necesario cuando se trata de fruta madura o sobremadura, o cuando se va a transportar trayectos largos. La recolección en las primeras horas de la mañana reduce la exigencia del pre-enfriamiento y la pérdida de peso de la fruta, por la baja temperatura y alta humedad relativa que se presentan en esta parte del día.

El enfriamiento con agua o con aire se constituyen en alternativas cada vez más utilizadas para reducir la temperatura de la fruta cosechada.

El pre-enfriamiento con agua puede realizarse por inmersión o aspersión. En el primero la fruta se sumerge en agua limpia y fría, (5°C) por 15 a 30 minutos, mientras que en el segundo se pasa bajo regaderas, donde se rocía agua a baja presión. En ambos casos, se puede desinfectar simultáneamente la fruta, aplicando un

desinfectante como el cloro. Además puede recircularse por varios días, controlando la concentración de cloro. Una vez enfriado el producto debe secarse bajo sombra para evitar el ataque de hongos o el recalentamiento de la fruta.

Cuando el enfriamiento se realiza con aire pueden utilizarse túneles de ventilación o sistemas más sencillos, como cuartos o cámaras cerradas, con materiales aislantes, un extractor y una cortina de humidificación. Esta última evita que el aire además de remover el calor, deshidrate la fruta.

En la figura 24 puede observarse una cámara en la cual es importante establecer la mejor distribución de la fruta y la mejor ubicación del extractor, para lograr la mayor eficiencia del sistema.



**Figura 24.** Sistema de pre-enfriamiento y almacenamiento en finca

**7.2.3 Clasificación.** Consiste en separar los frutos sanos y limpios en grupos con características similares de tamaño, color, firmeza, textura y apariencia, principalmente.

Las variables de selección, clasificación, presentación y empaque deben ser definidas claramente por el comprador o el mercado, con lo cual se puede planear tanto la cosecha como la postcosecha, aumentando los rendimientos de estas labores y asegurando la entrega de una fruta acorde con las exigencias del mercado. Estos requisitos deberían estar definidos por medio de un contrato de suministro, de un acuerdo mutuo o por un análisis de mercado en el cual se establezcan los parámetros de calidad, programación, cantidad, frecuencia y oportunidad.



Figura 25. Lulo clasificado por grado de madurez

## 7.2.4 Limpieza y desinfección

**7.2.4.1 La limpieza.** Se ocupa de la remoción de los residuos, impurezas y demás suciedad visible. Puede realizarse por métodos secos o húmedos, dependiendo de la firmeza e integridad de la fruta.

**Métodos secos:** tamizado, cepillado, aspiración, abrasión, separación magnética.

- Tamizado. Se utilizan tamices que sirven para clasificación y como aparatos de limpieza que remueven los contaminantes de tamaño diferente al de la fruta.
- Abrasión. Se utiliza para ablandar y remover los contaminantes adheridos. Para este fin se utilizan tambores rotatorios, vibradores, discos abrasivos y cepillos rotatorios.
- Aspiración. Se eliminan las sustancias extrañas que difieren en su velocidad terminal con el material deseado. El producto a limpiar se pasa por una corriente de aire con velocidad controlada, efectuándose con ello la separación en dos o más corrientes.
- Limpieza magnética. En su forma más sencilla se lleva a cabo, haciendo caer el producto sobre uno o más imanes situados casi siempre en la montura de las cintas transportadoras. Se utilizan imanes permanentes o electroimanes, siendo estos los más adecuados para la limpieza de los alimentos ya que las partículas metálicas se desechan fácilmente cortando la corriente eléctrica.

**Métodos húmedos:** inmersión, aspersión, rociado, flotación, limpieza ultrasónica, filtración, decantación.

- **Inmersión.** Es el método más simple de limpieza húmeda. Los depósitos son de metal, cemento liso u otros materiales de construcción adecuados para la limpieza regular y desinfección.



**Figura 26.** Lavado por aspersión de zanahoria baby

- **Aspersión.** Se expone la superficie del alimento a duchas de agua. La eficiencia del lavado por aspersión depende de la presión, la temperatura y volumen de agua utilizado, la distancia del producto al punto de aspersión, el tiempo de exposición a la ducha y el número de duchas utilizado.
- **Flotación.** El método tiene como fundamento la diferencia de densidad o flotabilidad entre el producto y las partículas extrañas. Separa eficazmente piedras, suciedad, partes de plantas y productos semejantes.
- **Ultrasónica.** Este fenómeno se utiliza para ablandar los contaminantes y retirarlos luego por métodos convencionales.

### **Ventajas y desventajas de los métodos de limpieza**

#### **Limpieza en seco**

- **Ventajas:** Son métodos relativamente baratos y convenientes ya que la superficie queda seca.
- **Desventajas:** Puede ocurrir recontaminación si no se toma cuidado extremo para minimizar el aventamiento de polvo.

### Limpieza en húmedo

- Ventajas: Hay mayor remoción de suciedad en la superficie del producto.
- Desventajas: Requiere control escrupuloso del estado sanitario del agua y de los aparatos y la eliminación adecuada de los desechos y cuidado posterior del producto lavado.

**7.2.4.2. Desinfección.** Con esta labor se pretende la remoción de los gérmenes, los microorganismos y las sustancias químicas residuales después de la limpieza. Para hacer una buena desinfección es importante tener en cuenta el desinfectante, la concentración y la forma de aplicación.

En el comercio existe una gama variada de desinfectantes químicos, en diferentes presentaciones (líquidos, polvos, cremas), concentraciones, formas de aplicación (fumigación, aspersion, disolución, quemas) y usos (para pisos, herramientas, agua y alimentos).

Por lo tanto es recomendable seguir las recomendaciones de las etiquetas, así como tener el cuidado necesario durante la manipulación y aplicación, dado su grado de toxicidad y residualidad.

Los desinfectantes de mayor uso son:

Calor	Cloro; solución de 2-5 %
Yodo	Formol; solución al 2%
TEGO-51 al 0,1%	MERTEC 100-200 ppm
TIMSEM	Hipoclorito de sodio o calcio al 2%

El orden, la higiene y la limpieza de todos los implementos de protección y trabajo (uniformes, guantes, delantales), de la infraestructura (salas o mesas de despitonado, clasificación, aireación, secado, pre-enfriamiento y almacenamiento), de la herramientas y en especial del personal, son aspectos de gran importancia a lo largo de todo el manejo cosecha y postcosecha de la fruta. Además es importante separar el área de trabajo de la de servicios, para evitar la contaminación de los productos. Estas medidas contribuyen a la reducción del daño y pérdida de la fruta.

**7.2.5 Secado.** Es una operación muy importante cuando se han usado métodos húmedos para la limpieza del producto, pues el exceso de humedad superficial de los productos hortifrutícolas favorece el ataque de microorganismos, en especial el de hongos.

La mayoría de las frutas se dejan escurrir en la mismas canastillas, lo cual es una buena opción cuando se tiene una ventilación adecuada.

La ventilación natural constituye una buena alternativa, siempre y cuando el producto esté protegido de posibles focos de contaminación. Si el producto presenta alta susceptibilidad al daño por humedad, pueden utilizarse metodologías más complejas y de mayor eficiencia, como la ventilación forzada con aire caliente o túneles de secado.

**7.2.6 Empaque.** Puede definirse como el conjunto de elementos contenedores, tanto rígidos como flexibles, que protegen la fruta, ayudan a su promoción y mercadeo en el punto de venta, haciendo que esta llegue al consumidor final en óptimas condiciones de calidad.

**7.2.6.1 Funciones del empaque.** Las funciones básicas que debe cumplir un sistema de empaque y embalaje son:

- **Proteger** contra daños mecánicos (compresión, vibración, abrasión, golpes, etc.), contra pérdidas de humedad (deshidratación) y contra contaminación y daño por microorganismos, pájaros y roedores. Además puede proporcionar una atmósfera modificada benéfica.
- En cuanto a la logística de la comercialización, el empaque debe **exhibir el producto ante los ojos del comprador, promover** las fortalezas del producto y debe efectuar la **venta** con plena satisfacción para todos los integrantes de la cadena de comercialización.

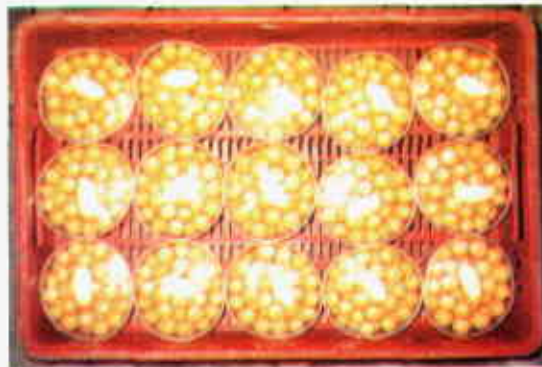


Figura 27. Empaque como elemento de protección, exhibición y venta

**7.2.6.2 Características del empaque.** En la selección del empaque es necesario tener en cuenta el producto a manejar (si son frutas y hortalizas, frescas o

procesadas); el mercado al cual va dirigido, pues cada producto tiene sus propios requerimientos, los cuales se traducen en exigencias en el diseño y en los materiales del empaque.

Los materiales de empaque deben ser:

- **Inocuos:** El material del empaque no debe afectar las características organolépticas del producto ni causar daño al consumidor.
- **Estructurales:** Debe tener la resistencia mecánica necesaria para superar los esfuerzos que soportará durante el llenado, transporte y almacenamiento.
- **Higiénicos:** Debe facilitar la inspección y limpieza e impedir la formación de focos de contaminación.
- **Permeables:** De acuerdo con los requerimientos del producto debe controlar el paso de gases, vapor de agua, compuestos aromáticos y otros elementos que afecten el producto.

Los materiales de empaque se han diversificado en los últimos años encontrándose entre otros: fibras naturales, madera, celulosa, metal, vidrio, plástico, papel, papel recubierto de parafina, laminados de papel con diferentes materiales, celofán, celofán con diferentes recubrimientos, películas de polietileno de alta y baja densidad, películas de polipropileno mono y biorientado y películas de poliéster.



Figura 28. Películas plásticas utilizadas en empaque de alimentos

Además de tener un tamaño uniforme y proteger el producto, el embalaje debe reunir otros requisitos, tales como:

- Fácil de transportar y ocupar mínimo espacio cuando esté vacío, como algunas cajas de plástico telescópicas, las cajas de cartón abatibles y los sacos de fibra, papel o plástico
- Fácil de armar, llenar y cerrar, a mano o con herramientas sencillas
- Tener una capacidad acorde con la demanda del mercado

- Tener dimensiones compatibles con los medios de transporte.
- Resultar eficaz en función de los costos, teniendo en cuenta el valor del producto para el que se utilice.
- Fácil de obtener y preferiblemente por más de un proveedor.
- Baja relación entre el peso del embalaje y el del producto. Cuando el precio del transporte se calcula por peso, los embalajes pesados aumentan considerablemente el costo final.
- La forma del embalaje también es importante. Los cestos cilíndricos o semicónicos, tienen una capacidad inferior a la de las cajas cuadradas que ocupan el mismo espacio.
- La ventilación también es un factor a tener en cuenta, tanto en el transporte como en el almacenamiento, especialmente para evitar la acumulación de calor y de dióxido de carbono.

### 7.2.6.3 Materiales de embalaje

**Madera:** Las cajas son rígidas, se pueden volver a utilizar y si son de tamaño uniforme se pueden apilar bien en camiones.

**Desventajas:** Son pesadas, difíciles de lavar y costosas de transportar. Suelen tener bordes cortantes, astillas y clavos salientes, por lo que es necesario forrar el interior para proteger el contenido.



**Figura 29.** Empaque de madera para la comercialización de mora y lulo

**Cartón.** Las cajas se fabrican con tapa plegadiza o telescópica, así como bandejas poco profundas. Las cajas son ligeras, limpias y puede imprimirse fácilmente sobre ellas publicidad e información sobre el contenido, cantidad y peso. Se presentan en tamaños, diseños y resistencias variados. Pueden plegarse una vez utilizadas para el transporte o para guardarlas.

Desventajas. Si solo se utilizan una vez pueden constituir un costo bastante alto; se estropean fácilmente si no se pone cuidado al manipularlas y apilarlas; se ablandan por la humedad y; solo resultan económicas cuando se adquieren en grandes cantidades.



**Figura 30.** Empaque de cartón con tomate de árbol y granadilla

**Plástico.** Las cajas plásticas pueden fabricarse en todos los tamaños y formas, son resistentes, rígidas y de superficie lisa, se limpian fácilmente y algunas pueden encajarse una dentro de otra cuando están vacías.



**Figura 31.** Empaque de plástico utilizado para frutas y hortalizas

Desventajas: sólo pueden producirse económicamente en grandes cantidades y aún así resultan costosas. Suelen tener muchos usos alternativos por lo que es común que las roben; si han de utilizarse en servicio regular de ida y vuelta requieren un alto grado de organización y control y; se deterioran rápidamente al exponerse al sol, a menos que se traten con un inhibidor de rayos ultravioleta, factor que la encarece.

**Fibras naturales y sintéticas.** Sacos de fique, fibras de polipropileno o polietilenos: son muy utilizados para el transporte de productos bastante resistentes como granos, papas y cebollas.

**Desventajas:** Son muy flexibles y su contenido se deteriora con facilidad al manipularlos; a menudo resultan demasiado grandes y pesados para un buen manejo; si el tejido es demasiado apretado se dificulta la ventilación; tienen una superficie demasiado lisa, que dificulta su apilamiento estable.



Figura 32. Empaque de fique utilizado para tomate de árbol

**Bolsas de polietileno.** Para distribución de productos al por menor, su correcta utilización está ligada a la aireación brindada al producto.

**Desventajas:** No ofrecen protección contra lesiones por manipulación; retienen el calor, la humedad y los gases del producto y cuando se producen variaciones de temperatura se condensa la humedad, lo cual acelera el deterioro del producto; no deben utilizarse para el transporte del producto y aún con perforaciones para la ventilación, las bolsas de plástico son inadecuadas, a menos que puedan refrigerarse.



Figura 33. Empaques de polietileno y polipropileno.

Al decidir el embalaje a utilizar debe hacerse un balance entre los beneficios y el costo, teniendo en cuenta:

- Tipo de producto a comercializar
- Nivel actual de pérdida del producto durante la comercialización
- Costos del embalaje actual y el mejorado
- Reducción prevista de las pérdidas si se mejora el embalaje
- Aumento previsto de los ingresos por la reducción de pérdidas
- Disponibilidad de un tipo uniforme de embalaje.

**7.2.7 Almacenamiento.** El almacenamiento de productos frescos busca incrementar la vida útil a los productos, asegurar una oferta constante y una reducción en la oscilación de los precios.

Sin embargo en muchos países en desarrollo el almacenamiento de productos de producción estacional, genera costos muy altos, por la carencia de infraestructura adecuada y de personal capacitado.

Existe gran variedad de formas de almacenamiento de los productos frescos, las cuales tienen en común la disminución de los procesos fisiológicos, como la respiración, la transpiración y todos los procesos de maduración y degradación, redundando en la calidad y conservación del producto.

El almacenamiento se resume al control de los principales factores extrínsecos como la temperatura, la humedad relativa, la concentración de gases como el CO<sub>2</sub>, etileno y O<sub>2</sub> y su eficiencia se mide por la cantidad de tiempo que puede mantenerse la calidad del producto.

**7.2.7.1 Tipos de operaciones de almacenamiento.** Las operaciones de almacenamiento tienen una amplia gama de variaciones, dependiendo de las instalaciones y de la naturaleza y cantidad de los productos. El almacenamiento puede ser a corto, mediano y largo plazo. Para productos altamente perecederos el almacenamiento es temporal. El de mediano plazo (1- 6 semanas) busca evitar la saturación del mercado y disminuir la pérdida de calidad del producto. En el almacenamiento a largo plazo influye el factor económico y los productos se almacenan durante el período de producción más abundante y se comercializan continuamente el resto del año.

**Almacenamiento natural.** Los productos se conservan sin ningún tratamiento artificial. El fruto se deja en la planta por tanto tiempo como sea posible, retrasando la cosecha. Tal es el caso de la papa, el ñame, la yuca, la arracacha y los ajos.

**Almacenamiento artificial.** Utiliza medios mecánicos o estructuras desarrolladas por el hombre para proporcionar las condiciones que permitan mantener la calidad del producto por mayor tiempo. Dentro de estos sistemas se tienen:

- Tipo subterráneo o sótano. Los almacenes subterráneos son ideales para pequeñas cantidades de productos hortícolas pues la baja temperatura de estos permite que se conserve por mayor tiempo. Grandes cantidades de producto pueden aumentar la temperatura del lugar, por el calor generado durante la respiración y aún más si no se ha realizado pre-enfriamiento, haciéndose necesaria la ventilación.
- Almacenamiento sobre tierra (bodegas). Este es un tipo común de estructuras sobre la superficie del suelo. La naturaleza y tipo de construcción depende de la región y el producto que se va a almacenar.

En el almacenamiento a temperatura ambiente se aprovechan las condiciones del clima de la región como único medio para conservar el producto. En esta técnica se utiliza la ventilación natural controlada para enfriar el producto y mantener baja la temperatura dentro de la bodega.

La bodega debe construirse con aislante adecuado contra la radiación solar y debe permitir la entrada de aire frío durante la noche. Debe estar ubicada cerca de la zona de recolección y de manera que permita usar los vientos de la región. Pueden utilizarse ventiladores para aprovechar mejor el aire dentro de la bodega. Se recomienda instalar termómetros para observar las variaciones de temperatura y desinfectar tanto el producto como la bodega.

El mantenimiento de una temperatura baja es una forma muy efectiva de conservar la calidad durante el almacenamiento de los productos hortifrutícolas, sin embargo su costo también es alto. Por esta razón pueden utilizarse las regiones frías, tales como páramos, para el almacenamiento de productos y disminuir así los costos energéticos.

Otros tipos de almacenamiento bien conocidos y estudiados, son el almacenamiento refrigerado y la atmósfera controlada, cuyas condiciones más adecuadas para algunos productos hortifrutícolas se presentaran más adelante.

### 7.2.7.2 Factores que afectan el almacenamiento

- **Factores de pre recolección.** Las condiciones climáticas y las condiciones técnicas bajo las cuales se desarrolla el cultivo determinan la calidad de los productos.
- **Prácticas de cosecha y manejo.** Influyen en la calidad y el comportamiento en almacén. Las magulladuras, picaduras, raspones y otras lesiones mecánicas producen daños mayores, los cuales pueden evitarse efectuando un cuidadoso manejo y un rápido almacenamiento.
- **Pre-enfriamiento.** Permite reducir la carga de refrigeración, aumentando la capacidad del sistema de almacenamiento.
- **Limpieza.** Las condiciones antihigiénicas de las bodegas aumentan las pérdidas debido a que prevalecen los organismos que causan pudriciones.
- **Variedad o estado de madurez de la cosecha.** Los productos cosechados en estado de madurez avanzado tendrán una vida de almacén corta. El efecto neto es una resultante de interrelaciones entre los casi innumerables factores inherentes al cultivo y a su medio ambiente. Algunos productos cosechados prematuramente no maduran en forma satisfactoria, aunque su almacenamiento sea prolongado.
- **Temperatura de almacenamiento.** Es el factor ambiental más importante porque regula la tasa de todos los procesos fisiológicos y bioquímicos asociados con la senescencia de los frutos.
- **Humedad relativa de almacenamiento.** Con la temperatura determinan el déficit de presión de vapor (DPV) el cual es un factor primordial en las pérdidas de peso debidas a transpiración. Una humedad relativa alta permite reducir la transpiración y la pérdida de agua en los productos.  
  
Por otra parte, la humedad relativa alta puede causar condensación, crecimiento de hongos en la superficie, germinación y pérdida total de la calidad de los productos.
- **Composición de la atmósfera de almacenamiento.** La vida de los productos hortícolas puede prolongarse en almacenamiento, reduciendo la concentración de oxígeno ( $O_2$ ), aumentando la concentración de  $CO_2$  o combinando ambas situaciones.

Las condiciones de almacenamiento difieren mucho de las frutas a las hortalizas e inclusive pueden variar en el mismo producto.

**Tabla 5.** Condiciones de temperatura y humedad relativa para el almacenamiento de algunas frutas

FRUTA	T, °c	HR, %	Vida en almacén, Semanas
Anón	7	85-90	4
Carambolo	9-10	85-90	3-4
Chirimoya	13	90-95	2-4
Ciruelas	0-1,7	85-95	2-5
Cítricos			
Limón Tahití	9-10	85-90	6-8
Limón común	10-13	85-90	4-24
Mandarina	4-7	85-95	2-4
Naranja común	0-4	85-90	8-12
Naranja tangelo	7-10	85-95	2-4
Naranja valencia	4-6	85-90	5-6
Toronja	6-15	85-90	6-12
Lulo*	7	90	5
Mora*	-0,5 - 0	90-95	2-3 días
Tomate de árbol*	7	85-95	8

Parra Coronado Alfonso. Técnicas de almacenamiento y conservación de frutas y hortalizas frescas. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional.

\*Hoyos V. Eduardo, Gallo P. Fernando. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

**7.2.7.3 Almacenamiento en atmósfera modificada y controlada.** Dado que cada vez existen más restricciones para el uso de productos químicos en la preservación de los alimentos, se buscaron otras alternativas como los tratamientos físicos.

La **atmósfera modificada**, se refiere a cualquier ambiente con una composición diferente a la del aire normal y donde los niveles de  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  no se controlan a concentraciones específicas. Una **atmósfera controlada** implica un control estricto del  $\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$  y  $\text{N}_2$ ; generalmente la concentración de  $\text{O}_2$  es menor y la de  $\text{CO}_2$  y  $\text{N}_2$  es mayor a la del aire normal.

La composición de la atmósfera dentro de una fruta depende de su respiración (consumo de  $\text{O}_2$  y producción de  $\text{CO}_2$ ), la producción de etileno, la permeabilidad de las barreras naturales de la fruta a estos gases y la diferencia en presión parcial dentro y fuera de la fruta.

Al empacar un producto hortifrutícola en cualquier envase este creará una barrera al intercambio gaseoso con el ambiente externo. La atmósfera que proporciona esta barrera depende del material del empaque y de la velocidad del aire alrededor del producto.

Un cuarto de almacenamiento o un vehículo de transporte también constituyen una barrera. La atmósfera alrededor del fruto en este caso depende de que tan hermético es el cuarto y del movimiento del aire. El efecto de estas barreras al intercambio gaseoso es acumulativo y debe ser considerado cuando se selecciona una condición adecuada de manejo para proporcionar la mejor atmósfera alrededor del producto.

### **Ventajas de las atmósferas modificada y controladas**

La utilización de AM y AC representa grandes beneficios para la conservación de productos hortifrutícolas, como los siguientes:

- Bajos niveles de  $O_2$  (inferiores al 8%) y altos de  $CO_2$  disminuyen la intensidad respiratoria de los productos hortifrutícolas.
- La baja concentración de  $O_2$  en las atmósferas modificadas y controladas disminuye la síntesis y la acción del etileno. La alta concentración de  $CO_2$  en las AM y AC sirve como un inhibidor competitivo a la acción del etileno, compitiendo con sus receptores.
- Las AM y AC reducen la sensibilidad del producto al etileno.
- La disminución de metabolismo respiratorio y de la senescencia de los tejidos vegetales.
- Las AM y AC disminuyen la pérdida de vitaminas.
- Las bajas concentraciones de  $O_2$  (<1%) y las altas concentraciones de  $CO_2$  >10% en las AM y AC tiene un efecto fungicida.
- Las AM y AC pueden controlar insectos. Los niveles de  $O_2$  y de  $CO_2$  necesarios para eliminar insectos en un período corto de tiempo, son muy extremos (<0,5% de  $O_2$  y > 50% de  $CO_2$ ).
- Las AM y AC controlan algunos desórdenes fisiológicos como el daño por frío en los tejidos vegetales de origen tropical o subtropical.
- Permite la comercialización de fruta con un grado de madurez más avanzado
- Tienen efecto directo sobre la pudrición y acción de microorganismos.
- Los productos mantienen un color vistoso.

### Desventajas de las atmósferas modificada y controladas

- Cuando son usadas en forma inadecuada generan problemas que pueden causar pérdidas en el producto.
- Maduración irregular y anormal de los frutos por el uso de concentraciones de CO<sub>2</sub> superiores al 5% y de O<sub>2</sub> menores al 2%.
- Concentraciones muy bajas de O<sub>2</sub> y/o muy altas de CO<sub>2</sub> (dependiendo del tipo de producto) producen un cambio de respiración aeróbica a anaeróbica, así como la fermentación del producto, desarrollándose olores y sabores anormales.
- El almacenamiento de frutas en AC por largo tiempo disminuye su capacidad para desarrollar su sabor y aroma característicos
- Las AM y AC pueden estimular desórdenes fisiológicos que alteran la calidad del producto, tales como: el desarrollo interno de coloraciones pardas o cafés, en manzanas y peras; corazón negro en papa; manchas en lechugas y; la estimulación de la germinación en raíces y tubérculos.
- Aumento en la susceptibilidad a la pudrición, cuando los niveles de O<sub>2</sub> bajan demasiado y los de CO<sub>2</sub> aumentan considerablemente.

**7.2.8 Acopio.** El acopio se realiza en diferentes momentos, comenzando en la finca, donde la fruta es apilada, mientras el intermediario o transportador pasa a recogerla. Normalmente, en la finca el acopio se realiza en el lote donde la fruta se deja a la intemperie, sufriendo los daños por sol, humedad y contaminación.



Figura 34. Centro de acopio veredal.

En algunos casos se acopia en pequeños cuartos donde comparte el almacenamiento con productos tales como ropa, agroquímicos, canastas y herramientas, que pueden contaminar el producto.

También hace el acopio por parte de los intermediarios, que concentran en sitios estratégicos pequeños volúmenes hasta completar la carga para el vehículo utilizado. Estos productos se caracterizan por la heterogeneidad en variedades, volúmenes y calidad. Situación que unida a la carencia de infraestructura física y de servicios adicionales para el acopio adecuado de los productos, incrementa el porcentaje de pérdidas.

**Centro de acopio regional.** Construcción que permite reunir los productos de varios agricultores, para alcanzar un volumen comercial de operación, en el cual se realizan la preparación del producto para su transporte y venta en las mejores condiciones posibles.

Entre los objetivos o finalidad del centro de acopio se tiene:

- Constituir un medio para mejorar el sistema de comercialización que sirva especialmente a aquellos agricultores que, por lo reducido de los volúmenes de cosecha o la distancia, no pueden comercializar sus productos en canales directos y más eficientes.
- Contribuir a transmitir eficientemente la demanda a los productores. Esto implica esquemas de determinación de precios e información que reflejen la demanda de los consumidores, creando así incentivos para producir y comercializar más productos y de mejor calidad.
- Servir para mejorar las técnicas de manejo de los productos, desde su recolección hasta su venta en los mercados urbanos.

La ubicación del centro de acopio regional requiere de un buen análisis, buscando las siguientes facilidades:

- Acceso desde las zonas de producción a los mercados previstos y a las rutas de transporte.
- Disponibilidad de mano de obra.
- Disponibilidad de servicios como electricidad, teléfono y agua limpia.
- Debe presentar tres zonas bien definidas: recepción, preparación y embalaje y despacho.

- Protección del sol, la lluvia y el polvo, pero con buena ventilación.
- Suelo firme y sin irregularidades para facilitar los movimientos de las personas y del producto.

**Equipo.** En los centros de acopio y acondicionamiento, se debe contar con elementos tales como una mesa de trabajo completamente limpia y de fácil desinfección (preferiblemente en acero inoxidable), una báscula, fuentes de agua potable o recipientes de almacenamiento de agua en perfectas condiciones de higiene, desagües para el vaciado del agua utilizada (para no generar zonas húmedas y focos de contaminación cercanos al punto de trabajo), canecas para colocar los desechos y por supuesto los insumos necesarios para realizar cada una de las tareas.



**Figura 35.** Equipo de pesado

Se debe emplear personal capacitado y experimentado el cual debe laborar en lugares apropiados para realizar este tipo de trabajo (secos frescos y bien aireados) y sobre superficies lisas y claras, que permitan identificar mejor las cualidades y los defectos que tengan la fruta.

Los operarios deben utilizar guantes, tapabocas, delantal de tela y gorro con el fin de evitar la contaminación de la fruta.

### 7.2.9 Otras operaciones

**Encerado.** Es una operación aplicable en algunas frutas y hortalizas que contribuye a reducir su deshidratación al crear una barrera que limita la pérdida de agua. En algunas ocasiones puede añadirse algún desinfectante a la cera para proteger al producto de los microorganismos. El encerado es una práctica común en los cítricos y se ha venido expandiendo hacia otros frutos, dada la protección contra la deshidratación y por favorecer la presentación del mismo.

Existen una serie de operaciones de acondicionamiento específicas para cada producto, como son el curado en el caso de las cebollas o la papa, el despitonado en el caso de la mora y el corte de las hojas en las cebollas y de las raicillas en la zanahoria, entre otras.

## 8. LA MORA

### 8.1 PRODUCCION Y CONSUMO

El área cultivada en mora de Castilla en el país en 1996 fue de 3.815 ha aproximadamente, siendo Cundinamarca, Valle, Boyacá, Antioquia y Tolima, los principales departamentos productores. El rendimiento promedio fue de 8,8 t/ha; sin embargo, en Cundinamarca se lograron rendimientos promedio de 12,6 t/ha.

Bogotá concentra el 75% del mercado nacional, seguida por Cali, Medellín y Barranquilla. En 1985 el consumo anual de mora por persona se estimó en 1,61 kg, sin tener en cuenta el consumo de la industria de jugos.

En 1992 se exportaron 189 t de mora fresca a Alemania, Antillas, Aruba, Australia, Bélgica, Canadá, Curazao, USA, Emiratos Arabes, España, Finlandia, etc. Sin embargo, el sabor y acidez de la fruta colombiana es poco apetecida en los mercados internacionales.

### 8.2 GENERALIDADES



La mora (*Rubus glaucus* Benth) está compuesta por la agregación de las carpelas, como pequeñas drupas insertadas ordenadamente sobre un corazón blando y blanco, de forma cónica ovalada, que al madurar adquiere un color rojo oscuro que se torna morado. De sabor agridulce cuando la madurez es incompleta y dulce cuando alcanza la madurez. Los frutos se forman en racimos sobre los tallos y ramas secundarias.

La planta se adapta fácilmente a diferentes tipos de suelos pero prefiere aquellos con textura franca, permeables, profundos, con buen contenido de materia orgánica, buena capacidad de retención de humedad y con un pH de 5,3 a 6,2.

Se desarrolla bien a una **altitud** que oscile entre 1.000 y 3.600 m.s.n.m., pero las mejores producciones se obtienen entre 1.800 y 2.400 m.s.n.m y a una **temperatura** de 12 a 18°C.

Los **requerimientos hídricos** del cultivo fluctúan entre 1.500 y 2.500 mm anuales. Cuando hay escasez de agua se obtienen frutos pequeños, pobremente coloreados y sin sabor.

**Mora de Castilla.** Dentro de la especie *glaucus*, la variedad de mayor consumo nacional y de alta demanda en el exterior, es la de Castilla, la cual se ha adaptado a las condiciones climáticas del país.

El cultivo de la mora se realiza a campo abierto, siendo afectado por las inclemencias del medio ambiente, que de una u otra forma inciden en las características del fruto. Los cultivos tecnificados y bajo condiciones controladas, como las que se logran bajo invernadero, son escasos.

**Ciclo vegetativo.** La primera cosecha se inicia a los 10 o 12 meses después del trasplante y se realiza luego semanalmente en forma continua con algunas épocas de concentración de la producción, lo cual incide directamente en los precios.

**Tabla 6.** Ciclo de desarrollo del fruto de la mora de Castilla

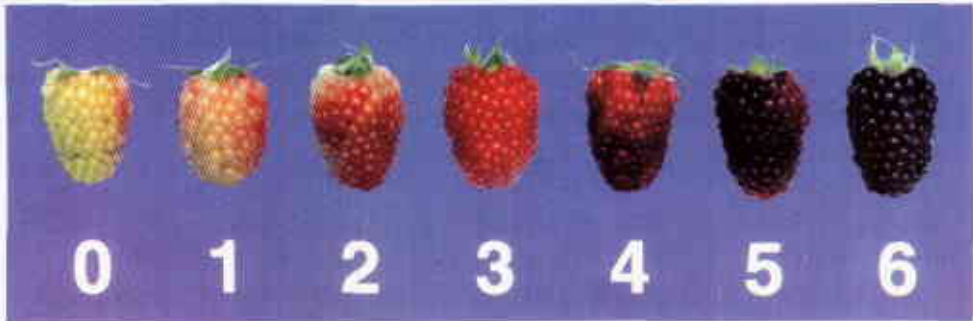
ETAPA	DURACION (días)	CARACTERISTICAS
I	8	Fecundación de la flor, formación de frutos de longitud 0,5 a 1 cm
II	14	Los frutos continúan creciendo hasta longitudes entre 1- 2 cm.
III	21	Inicia el cambio de la coloración, la cual tarda generalmente una semana, en pasar de rojo a vino tinto oscuro. Hay un ligero incremento en el tamaño.
IV	9	Algunos frutos alcanzan la madurez comercial y sus longitudes oscilan entre 1,5 y 2,5 cm.
V	40	Los frutos continúan creciendo hasta alcanzar longitudes de 2,5 a 3,5 cm mientras alcanzan su madurez comercial.

Fuente: Memorias Instituto de Ciencia y Tecnología ICTA (1993)

### 8.3 INDICES DE MADUREZ

De acuerdo con su comportamiento respiratorio, la mora se considera un producto no climatérico; es decir, la mora no sigue madurando después de la cosecha. Aunque pueden haber cambios de coloración, los contenidos de azúcares, el sabor

y la tasa respiratoria se mantienen constantes, (Herrera y Galvis 1993). Por tanto, los frutos que se recolecten inmaduros no alcanzarán el desarrollo pleno de sus características organolépticas, mientras que los frutos recolectados sobremaduros tendrán una vida postcosecha corta, obligando a una comercialización pronta y con un manejo más exigente. Por esto se recomienda la recolección de la mora en estados 3 y 4, según la norma ICONTEC 4106.



**Figura 36.** Tabla de color de la mora.

**Tabla 7.** Indices de madurez de la mora.

FRUTA	INDICE DE MADUREZ	VALOR MINIMO DE LA COSECHA
MORA	Color del fruto	Rojo uniforme
	Rendimiento de jugo	> 25% a 12° Brix
	Sólidos solubles totales	5,5 – 7,5° Brix
	Acidez total	42 -64 meq/100 ml de jugo

Fuente: Fisher, G., Torres, F. "Simposio Internacional de Fruticultura en los Altiplanos Tropicales". Tunja 1990, ISHS

De acuerdo con los métodos temporales de determinación del índice de madurez, la mora alcanza la madurez 102 días después de la floración e inicia floración 8 meses después de la siembra.

#### 8.4 CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS

La composición química de las frutas cambia en función del tipo de cultivo, fertilidad del suelo, época del año, grado de madurez y parte del fruto.

En cuanto a las propiedades fisicoquímicas, también están influenciadas por diferentes factores. A continuación se hace un análisis de muestras de mora recolectada en la provincia del Sumapaz.

**Tabla 8.** Características fisicoquímicas de mora cosechada de la provincia del Sumapaz, según el grado de madurez.

GM	De cm	DI cm	PU	FR %	FD %	DMc %	DPE %	DF %	° B	Ac. %	° B /Ac.	Dureza lb
1	1,83	2,4	3,06	2,37	0,0	32	21	52,3	5,80			13,37
2	1,85	2,33	4,41	14,05	10	11	49	75,3	5,55			11,41
3	1,88	2,39	4,52	14,86	16	42	30	60,7	6,13	4,3	1,43	7,6
4	1,88	2,36	4,4	24,76	23	52	18	46,6	7,07	3,11	2,27	4,86
5	1,91	2,38	4,89	27,95	20	51	29	12,6	7,2	1,86	3,87	4,58
6	2,05	2,68	5,94	16,01	11	80	22	9,5	7,5	1,48	5,07	3,73
				100,0	18,2	48	26	37,0				

GM: Grado de madurez  
PU: Peso unitario promedio  
°B: ° Brix  
DF: daño fisiológico

De: diámetro ecuatorial  
FR: % de fruta recolectada  
Ac.: Acidez  
DPE: daño por plagas y enfermedades

DI: diámetro longitudinal  
FD: % fruta con daño  
DMc: daño mecánico

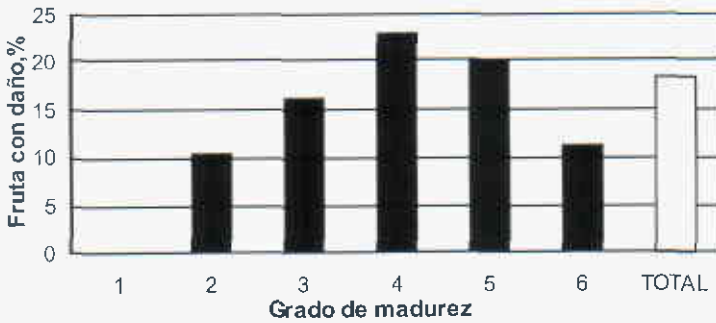
En la tabla 8 se presentan las propiedades promedio de muestras de mora tomada en los municipios de San Bernardo, Cabrera, Pandi y Venecia. En las primeras tres columnas se presenta el diámetro ecuatorial, diámetro longitudinal y el peso unitario promedio por grado de madurez. En la columna cinco de la tabla 8 y en la figura 37, puede observarse los porcentajes de mora recolectada, por grado de madurez.

El mayor porcentaje de la fruta corresponde a los grados 4 y 5; sin embargo, el porcentaje de mora de grados 2, 3 y 6 es muy alto, alcanzando 45%, entre los tres. Esto puede incrementar las pérdidas, tanto por el no desarrollo de sus propiedades organolépticas, caso de la mora de grado 2 y 3, como por la alta susceptibilidad al deterioro, de la mora ya sobremadura, grado 6.



**Figura 37.** Grado de madurez de mora recolectada en Sumapaz

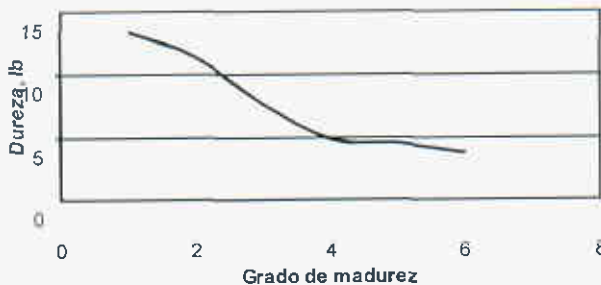
En la figura 38 se presenta el porcentaje de fruta con daño para cada grado de madurez y el consolidado, donde se observa como el 15% de la fruta presenta daño. En la medida que se avanza en la cadena, el daño se incrementa hasta superar el 30%, cuando llega al consumidor.



**Figura 38.** Daño de la fruta por grado de madurez

La principal causa de este daño es de tipo mecánico, al presentar la mora una estructura muy frágil y una manipulación inadecuada.

Las pruebas de dureza aun no han sido estandarizadas. Sin embargo, en las medidas realizadas se observa una clara relación de tipo inverso entre la dureza y el grado de madurez.



**Figura 39.** Dureza de la mora versus grado de madurez

## 8.5 OPERACIONES DE COSECHA Y POSTCOSECHA DE LA MORA

La postcosecha implica una serie de operaciones que en la mayoría de los casos no se realizan a menos que se logren precios diferenciales en la venta de la fruta. Aunque cada una de las operaciones postcosecha tiene una función especial, todas apuntan al mantenimiento de la calidad de la fruta a lo largo de la cadena, incrementando su competitividad y favoreciendo los intereses de todos sus integrantes.

Cuando se realizan las operaciones de recolección, selección y clasificación, normalmente lo hacen por separado y en el siguiente orden: primero se recolecta, luego se selecciona y por último se clasifica. Sin embargo, es importante que estas operaciones estén acompañadas por una planeación adecuada, en la que se incorporen las actividades de alistamiento.

**8.5.1 Herramientas y aparejos para la recolección.** Las siguientes son algunas de las herramientas e implementos que se recomienda alistar, para un adecuado manejo de la mora durante la cosecha:

- Guantes de tela, badana, carnaza o cabritilla para proteger las manos de las espigas; a éstos se les retira la punta de los dedos para mantener la sensibilidad y no maltratar la fruta.
- Tijeras de poda; deben estar limpias y desinfectadas, para lo cual puede utilizarse hipoclorito de sodio (decol).
- Los baldes, recipientes plásticos, canastillas, canecas, para depositar el fruto, deben estar limpios y desinfectados y en la cantidad necesaria para el volumen estimado de cosecha.



Figura 40. Canastilla de recolección sucia

- Para la recolección y transporte deben usarse recipientes de poca profundidad (*máximo 15 cm*), lisos, sin elementos o aditamentos que maltraten la mora, que permitan su aireación y de fácil limpieza y desinfección. En el mercado nacional, las cajas plásticas de 12 a 15 cm de altura constituyen una buena alternativa.
- Ropa de trabajo como delantal, botas de caucho, overol, tapabocas, sombreros, etc., en perfectas condiciones de aseo. Su uso evita la contaminación del fruto recolectado y a su vez el le da *protección y comodidad* al personal.
- Actualmente estas recomendaciones no se están llevando a cabo, ya que no existe la cultura del manejo adecuado de la fruta. Por lo tanto es importante comenzar a implementarlas, así sea por etapas, en el que la desinfección de los elementos de trabajo podría ser una de las primeras operaciones a seguir, debido a las ventajas inmediatas de esta actividad.

**8.5.2 Recolección.** La mora, por ser altamente perecedera y de estructura muy frágil, exige una mínima manipulación para reducir el deterioro, los costos de cosecha y la contaminación de la fruta; por ese motivo las operaciones de recolección, selección y clasificación deberían hacerse en un solo paso.

La recolección es una de las actividades que demanda mayor concentración y preparación, ya que en cada racimo se presentan frutos con diferentes grados de madurez y si no se tienen presente las características de la fruta a recolectar, puede obtenerse una fruta heterogénea.



Figura 41. Grados de madurez en fruta recolectada

La mora puede ser recolectada con o sin pedúnculo. Cuando se retira el pedúnculo se crea una entrada a los microorganismos, por lo cual es mejor no retirarlo. Sin embargo, el pedúnculo puede rasgar o cortar las otras frutas. Además si el mercado la exige sin pedúnculo, es necesario realizar esta operación posteriormente, incurriendo en una mayor manipulación de la fruta.

Por lo tanto sería recomendable cortar el pedúnculo lo más cercano al cáliz, con lo cual se evita el daño por ataque de microorganismos, se reduce la manipulación, el daño mecánico y se puede cumplir con el mercado.

Cuando la mora está madura y dado que la recolección se hace sujetando la mora con el dedo índice y pulgar, girando y halando, es posible que el pedúnculo se separe de la fruta. Así que lo recomendable sería el uso de tijeras para esta tarea.

En la recolección se deben identificar las frutas que cumplen con los requisitos exigidos por el mercado. A simple vista solo pueden evaluarse el color y el tamaño, y por esto son los parámetros más utilizados.

**8.5.3 Selección.** Esta operación busca obtener una mora sana, entera, de consistencia dura y firme, retirando todas aquellas frutas que presenten indicios de plagas y enfermedades que puedan contaminar las demás frutas o que por algún tipo de daño no puedan ser comercializadas.

Generalmente esta selección se realiza en el momento de la recolección y/o cuando se transvasa del recipiente recolector a la canastilla.



**Figura 42.** Selección de la mora en campo

Es importante recordar que si la fruta presenta algún tipo de enfermedad, no es conveniente dejarla en el suelo, ya que puede dispersar la enfermedad en el lote.

**8.5.4 Clasificación.** Aunque los consumidores buscan fruta en estados de madurez 4 y 5, no existe cultura de clasificación en la mora, por lo cual los consumidores se ven obligados a adquirir una fruta poco homogénea. Este conformismo de los consumidores hace que los intermediarios tampoco exijan la fruta clasificada y por ende no se retribuya esta operación a quienes la realizan. Por el contrario se aprovecha esta situación para pagar la fruta al productor, tomando como precio base la de menor calidad, así el lote tenga un alto porcentaje de fruta de excelente calidad.

Otra razón a la cual podría deberse la ausencia de prácticas de clasificación es que la mora es una fruta no climatérica, por lo tanto debe ser recolectada muy cerca al punto de madurez que exige el consumidor. Esto implicaría recolectar mínimo dos veces a la semana, incrementando los costos de recolección.

Los supermercados exigen y pagan el valor agregado que genera la clasificación de la fruta, utilizando como criterio el color y en algunos casos el tamaño.

La clasificación debería realizarse en el mismo momento de la recolección para evitar la manipulación excesiva de la fruta. A continuación se mencionan algunas alternativas que pueden facilitar este trabajo:

Dividir el recipiente de recolección en dos secciones, para clasificar la fruta en dos tamaños y realizar posteriormente una reclasificación de acuerdo con el color.

Alistar dos recipientes, subdividirlos en dos sectores y hacer la clasificación por tamaño y color simultáneamente.

La caja plástica de 12 kg puede subdividirse en cuatro partes, de tal forma que puede clasificarse por tamaño y color simultáneamente.



**Figura 43.** Recolección, selección, clasificación y empaque en finca.

Si el mercado exige la fruta en empaques plásticos de baja capacidad, la mora puede ser seleccionada, clasificada y empacada directamente en el lote. En la caja plástica de 12 kg pueden ubicarse los empaques plásticos e ir colocando en ellos fruta con características similares.

Aunque el realizar estas operaciones en el momento de la recolección reduce la manipulación de la fruta y por tanto la velocidad de deterioro, esto no resulta muy práctico, al menos que se cuente con alternativas para el transporte de estos recipientes en el lote.

De lo contrario y a pesar del daño que se le pueda ocasionar a la fruta, es mejor clasificarla en el centro de acopio. Por supuesto esto exige mayor cuidado durante la recolección, transporte y clasificación para evitar el maltrato de la fruta.

El Programa Nacional de Maquinaria Agrícola y Postcosecha de CORPOICA ha desarrollado un carro para el transporte de la fruta en la finca, el cual ha presentado buenos resultados pues facilita la realización de las actividades de selección, limpieza, despitonado y clasificación en finca.

En el carro pueden ubicarse 3 canastillas plásticas de 12 kg, que pueden ser divididas en secciones o colocar en ellas directamente los recipientes plásticos de 250, 300 o 500 g, en los que normalmente se presenta la mora en los supermercados.



**Figura 44.** Recolección de la mora en carro recolector y en balde tradicional

Además disminuye el número de transvases que sufre la fruta bajo las condiciones tradicionales de recolección y permite mayor libertad de movimiento al recolector. Uno de los aspectos más favorables de esta herramienta es la comodidad para el recolector, ya que los cocos cafeteros están generando problemas de salud, al tener que soportarlos en la cintura durante toda la jornada de recolección.

Una vez recolectada la fruta puede ser llevada al centro de acopio de la finca, para preenfriarla, mientras es transportada al mercado final.

Para facilitar la clasificación de la fruta por color es bueno contar con una muestra de frutas que sirvan de referencia o con la tabla de color de la norma ICONTEC 4106, para tener presente las características buscadas.

**8.5.5 Lavado de la mora.** Teniendo en cuenta la fragilidad de la mora, esta operación debe ser realizada con el mayor cuidado, sobre todo la sobremadura, para evitar la pérdida de jugo. En el lavado debe utilizarse agua potable que permita eliminar el material extraño y no cause mayor contaminación del fruto.

Esta operación debe ser complementada con el secado para evitar el desarrollo de hongos posteriormente.

**Lavado por aspersión.** Mediante una cuidadosa rotación de la mora en los cestillos, o sobre una mesa, durante cerca de un minuto se va aplicando agua a muy baja presión. Con ello se logra retirar buena parte del polvo o material biológico contaminante que pueda estar sobre la fruta.

**Lavado por inmersión.** La mora se sumerge en agua potable durante 30 segundos, con leve agitación para evitar la desintegración del fruto y la pérdida de sus jugos.

En cuanto a la desinfección, existen dudas sobre su beneficio. Según estudios sobre la aplicación de desinfectantes, estos no contribuyen a la conservación de la mora. Además, al no poseer una epidermis fuerte, parte del desinfectante puede ser absorbido por la fruta y luego ser transmitido al consumidor.

**8.5.6 Pre-enfriamiento.** Es importante recordar que la mora es un producto altamente perecedero, que después de la recolección tiene un tiempo de vida muy corto (1 día) y presenta mermas considerables cuando permanece a temperatura ambiente. Por tanto es necesario enfriarla lo más pronto posible, a temperaturas menores de 5°C, para favorecer la conservación de su calidad durante la comercialización.

Aunque es difícil alcanzar esta condición en las fincas, cualquier reducción de la temperatura favorece la conservación de la mora. Por tanto es conveniente colocar las canastas en lugares ventilados, a la sombra y lejos de cualquier fuente de contaminación.

**8.5.7 Empaque.** En los trabajos de CORPOICA se determinó que la mora comercializada en Corabastos, sufre reducción de su calidad y pérdidas entre 15 y 50% por manipulación y uso de empaques inadecuados y por el transporte deficiente hasta el centro de distribución. Para reducir estas pérdidas deben usarse empaques de baja capacidad y ante todo baja profundidad, para evitar el daño de la fruta por compresión. A continuación se hace una descripción de los tipos de empaque utilizados para la mora.

**Guacal de madera.** Es de uso muy común y reconocido por el maltrato que sufre la fruta pues los daños y pérdidas pueden llegar al 50%. Frecuentemente, se recubren con papel periódico, plástico o material orgánico con el fin de evitar el maltrato y pérdida de jugos; sin embargo, esto ocasiona sobrecalentamiento y contaminación de la fruta.

**Cajas plásticas.** Su uso se ha extendido en los últimos años debido a sus ventajas frente a los guacales de madera. Tienen superficies lisas y rendijas para la aireación. Son funcionales para su manipulación y sus diseños son más apropiados y versátiles que los de madera.



Figura 45. Empaques utilizados en la comercialización de mora

Para venta en supermercados y exportación se usan bolsas de 500 a 1000 g y contenedores pequeños, normalmente de polipropileno recubiertos por Vitafilm o Vinipel, o empaques de polietilén tereftalato.

No hay que olvidar que además de proteger la fruta y mantener su calidad, el empaque debe cumplir funciones importantes en el mercadeo, de manera que responda a las expectativas y gustos del consumidor.

**8.5.8 Almacenamiento.** Por su alta perecibilidad el almacenamiento de la mora debe ser por períodos muy cortos. En los sitios de producción, la mora permanece normalmente de 3 a 4 horas mientras se transporta a los centros de acopio. Tanto en la finca como en los centros de acopio, el producto permanece a una temperatura de 16 a 20°C y una humedad relativa del medio del 85%. Condiciones lejanas a las recomendadas: 0 a 5°C y una humedad relativa entre 85 y 95%. Al igual que cualquier otro producto perecedero, el almacenamiento de la mora exige orden, limpieza e higiene de los cuartos fríos y un riguroso saneamiento ambiental.

**8.5.9 Transporte y despacho de la mora.** El transporte de la fruta se da en tres niveles o momentos, a nivel de finca, hacia los centros de acopio regional y distribución mayorista y minorista.



**Figura 46.** Transporte de la mora en campo

En cada una de esta etapas se debe buscar el manejo más adecuado. En la finca es común el uso de caballos o mulas para su transporte, así que es necesario asegurar la carga, pero de tal manera que no genere daño por compresión o por impacto y protegerla del sol durante el transporte y el tiempo de espera.

El transporte al centro de acopio generalmente se realiza en vehículos, camperos o camionetas de estaca, sin las mínimas condiciones mecánicas y de aseo para

transportar la fruta. La disposición de la fruta en el vehículo al igual que su conducción también debe ser cuidadosa para evitar el daño por derrumbamiento de las cajas. Debe protegerla del polvo y del clima, pero buscando una ventilación adecuada de la fruta.

Las pocas empresas que manejan cultivos tecnificados colocan las moras recién cosechadas y bien empacadas en carros con paredes aislantes, donde forman pilas de cestillos que inmediatamente se llevan a cuartos fríos donde se clasifican y colocan en los empaques definitivos.

Si son destinadas para proceso, las moras se mantienen en refrigeración hasta el momento de despacharlas hacia las fábricas. Se busca que haya el mínimo de tiempo entre la cosecha y la entrega de la fruta.

## 8.6 MERCADO

La producción de mora se dirige especialmente al mercado en fresco, aunque en los últimos años se ha incrementado el consumo de la fruta por parte de la agroindustria.

Para el producto fresco, en Colombia se tienen dos mercados bien definidos: el de las cadenas de supermercados y el de las centrales mayoristas. El primero es de mayor exigencia y de mejores precios. Sin embargo, el volumen manejado por los supermercados es mínimo comparado con el de las centrales. El volumen semanal promedio manejado por todas las cadenas de supermercados en Bogotá, en el año 2000, fue tan solo de 672 kg, que puede ser fácilmente cubierto por un solo puesto de la bodega de frutas de Corabastos.

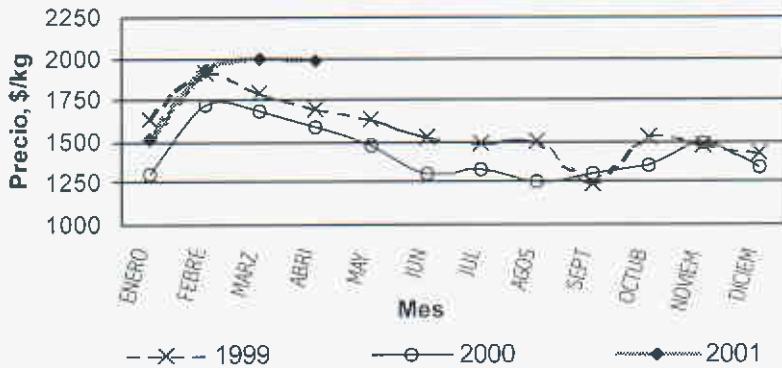
Los requisitos exigidos por los supermercados de cadena de Bogotá se presentan en la tabla 9.

**Tabla 9.** Requisitos de calidad en los supermercados de Bogotá.

Tamaño, mm	Peso, g	Color	NORMA	Sanidad	Otros
L: > 20 D: 19 - 26	6,2 - 8,8	Rojo intenso Drupilas moradas	3,4,5 NTC 4106	Limpia, sin impurezas; libre de ataques, enfermedades, manchas, insecticidas, Insectos	Con cáliz uniformes en tamaño y madurez

Observando esta tabla, se encuentra que los requisitos de calibre se cumplen por la mora de las provincias de Sumapaz y Tequendama, Tabla 8, mientras que el peso unitario, está por debajo del requerido. Sin embargo, la fruta proveniente de estas regiones tiene muy buena aceptación en el mercado de Bogotá.

En cuanto al comportamiento del precio de la mora a nivel de centrales mayoristas, puede decirse que es estable a lo largo del año, aunque con un leve aumento en el primer trimestre del año, de acuerdo con los precios reportados por Corabastos, Figura 47.



**Figura 47.** Precio de la mora en la Central Mayorista de Corabastos

Los precios en las cadenas de supermercados están dados por la presentación del producto, como puede observarse en la tabla 10.

**Tabla 10.** Precios de compra y venta de la mora manejados por supermercados de cadena en Bogotá, año 2000.

MORA	PC	PV	MA(\$)	M(%)	SUPERMERCADO
250 g	1.100	1.800	700	63	Cadenalco y Carrefour
400 g	1.100	1.510	410	36	Febor y Olímpica
450 g	1.400	1.726	326	23	Exito, Colsubsidio, Febor
500 g	1.150	2.075	925	80	Cafam y Carulla
3 Kg	1.400	2.000	600	42	Olímpica

Como puede observarse en la tabla 10 y en la figura 47 existe una amplia diferencia en los precios manejados por los supermercados de cadena y el de las centrales mayoristas. Esto obliga a un análisis para determinar las ventajas y desventajas que cada uno pueda presentar.

En primer lugar, el mercado en fresco de las centrales mayoristas es bastante amplio, pero las exigencias de calidad y precios que manejan no son los mejores.

Debería pensarse en desarrollar cursos de capacitación en manejo postcosecha de frutales para los dueños o administradores de las bodegas, con el fin de asegurar la calidad de la fruta que se comercializa en estos puntos. Si el comprador exige calidad de la fruta, estas exigencias se difundirían y obligarían a un manejo adecuado de la fruta por los demás integrantes de la cadena.

Los supermercados de cadena ofrecen mejores precios, que responden al valor agregado del acondicionamiento de la fruta (selección, clasificación, limpieza y empaque). Sin embargo, este mercado es muy reducido de manera tal que un pequeño número de proveedores puede cubrirlo fácilmente, creándose una competencia muy fuerte si muchos productores tratan de entrar a este mercado.

## 9. EL LULO

### 9.1 PRODUCCION Y CONSUMO

Según informe del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en 1992 el área sembrada en lulo en Colombia era de 2.670 ha y en 1997 aumentó en un 86%, llegando a 4.989 ha. Huila cultivó 1.884 ha, Valle 643 ha, Cundinamarca 510 ha y Norte de Santander 117 ha. El mayor rendimiento lo presenta Guajira con 22 t/ha, seguido por Cundinamarca con 12; los demás departamentos tienen unos rendimientos entre 5 y 6 t/ha.

La producción fue de 38.849 t, de las cuales el 90% son para consumo en fresco y el 10% para la industria de jugos y pulpas principalmente.

El mercado de las exportaciones no ha sido explorado por los productores de lulo (González y Márquez, 1999), para lo cual aluden que el mercado nacional aún es bueno y que el riesgo de comercialización y las exigencias son menores.

### 9.2 GENERALIDADES



El lulo (*Solanum quitoense* Lam) o naranjilla es una fruta de coloración externa amarillo anaranjado cuando está maduro y verde internamente, con pesos entre 55 y 70 g, con diámetro promedio de 4,9 cm. La pulpa es de sabor agridulce y tiene muchas semillas pequeñas.

Es una fruta delicada que después de cosechada fácilmente se raja, se mancha y entra en descomposición, si no se tiene el conocimiento sobre su manejo a la hora de la cosecha y en la postcosecha.

**Varietades.** Existen cuatro variedades, de las cuales solo dos se comercializan: La redonda, de pulpa verde y de mayor consumo para la obtención de pulpa por su atractivo color; y la ovalada de pulpa amarilla.

El lulo se **siembra a una distancia** de 1,8 m x 2,2 m hasta 2,5 m x 3,0 m, en **suelos** francos, franco arenosos o franco limosos con un **pH** entre 5,6 y 6,0. El cultivo en Colombia se realiza a una **altitud** entre los 1.500 y 2.500 m.s.n.m., generalmente en zonas de ladera, a **temperaturas** que oscilan entre los 14 y 22 °C y **humedad relativa** mayor a 75%. Los **requerimientos hídricos** son de 1.500 a 2.500 mm/año.

El lulo empieza a producir al año de transplantado. Este lapso puede variar entre seis y ocho meses según las condiciones climáticas regionales. La máxima productividad se alcanza a los dos o tres años. Los períodos transcurridos en las diversas etapas de su desarrollo, desde el transplante hasta la madurez del fruto, se encuentran en la Tabla 11.

Tabla 11. Ciclo productivo del lulo

ETAPA	DURACION (días)	CARACTERISTICAS
I	100	Transplante a yema floral
II	30	Yema floral a antesis (florescencia)
III	7	Antesis a formación de frutos
IV	84	Formación del fruto a inicio de madurez
V	17	Iniciación de madurez a completa madurez
TOTAL	238	

Fuente: Secretaría de Agricultura de Antioquia

El lulo al cosecharse continua su actividad fisiológica, representada en la respiración, transpiración y en algunos cambios químicos como la síntesis de algunos componentes. Estos procesos favorecen la obtención de una madurez adecuada y al mismo tiempo el consumo de reservas alimenticias. La tasa de disminución de las reservas y por ende del tiempo de vida de la fruta depende de la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del aire, la edad del fruto y la variedad, entre otros.

### 9.3 CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS

En la tabla 12 se presentan las características fisicoquímicas promedio encontradas en una muestra del lulo de la Provincia del Sumapaz.

**Tabla 12.** Características fisicoquímicas de una muestra del lulo de la provincia del Sumapaz

GM	De, cm	DI, cm	PU, g	FR %	FD %	Pulpa %	°B %	Ac. %	°B/ %Ac.
1	4,67	4,48	52,43	8,07	9,2	80,32	6,3	3,06	2,05
2	5,09	4,96	66,36	17,65	20,7	69,81	6,6	3,33	1,99
3	4,8	4,5	59,05	31,48	51,7	80,85	7,1	3,12	2,28
4	5,42	5,22	84,66	27,16	10,3	80,19	7,8	3,21	2,42
5	5,28	4,96	77,00	9,61	8	81,51	7,0	3,10	2,26
6				6,04	0	77,65	9,1	2,78	3,28

GM: Grado de madurez

PU: Peso unitario promedio

°B: ° Brix

De: diámetro ecuatorial

FR: % de fruta recolectada

Ac. Acidez

DI: diámetro longitudinal

FD: % fruta con daño

Cerca del 80% del lulo se recolecta en los estados 2, 3 y 4, por lo cual cumple con las recomendaciones existentes sobre el punto óptimo de recolección de esta fruta. Sin embargo, el porcentaje de lulo con daño es bastante alto, en especial en el grado de madurez 3. Al parecer, las personas encargadas de manipularlo lo encuentran bastante fuerte mecánicamente y por eso realizan un manejo brusco del mismo. Esto genera daños a la fruta que solo se revelarán unas horas después, cuando el producto ya ha sido entregado al comercializador.

El contenido de azúcares sufre un incremento al final de la maduración, mientras que los niveles de acidez encontrados muestran al lulo como una fruta ácida, con un rendimiento en pulpa superior al 75%.

#### 9.4 INDICES DE MADUREZ

Se recomienda cosechar el lulo entre 110 y 115 días después de la floración, cuando la coloración del fruto es aún verde con ligeras manchas amarillas, pues así presenta mayor resistencia al daño mecánico y se agiliza su desarrollo y maduración. La cosecha puede prolongarse por más de ocho semanas antes de que inicie la siguiente floración.

**Tabla 13.** Características físicas, químicas y fisiológicas del lulo

CARACTERÍSTICA	GRADO DE MADUREZ DEL FRUTO		
	VERDE	PINTON	MADURO
PH	2,9-3,2	3,1-3,3	3,2-3,5
Acidez (g/100g)	3,0-3,4	2,8-3,0	2,7-3,0
Sólidos solubles (°Brix)	6,9-7,2	7,5-8,0	8,7-9,2
Relación de Madurez	2,3-2,15	2,7-2,6	3,2-3,1
Viscosidad (cps)	90-100	110-120	220-250
Firmeza (lbs)	15,2	9,5	4,0
Tasa Respiratoria (mg CO <sub>2</sub> /Kg-h)	22,2	56,5	65,9

Fuente: Galvis Antonio y Herrera Aníbal. El Lulo Manejo Postcosecha. Convenio SENA-UN ICTA

## 9.5 OPERACIONES DE COSECHA Y POSTCOSECHA

### 9.5.1 Recomendaciones para la recolección.

- La frecuencia de recolección debe fluctuar entre 8 y 15 días con el fin de garantizar un grado de madurez uniforme.
- Se deben emplear guantes para evitar la picazón en las manos provocada por las vellosidades.
- No es recomendable cosechar cuando este lloviendo. En caso de necesidad, los frutos se deben secar antes de empacarlos para evitar que se rajen, ablanden o se desarrollen hongos.
- El uso de la tijera para la recolección del lulo es conveniente. Cuando se hace con la mano, la presión aplicada sobre el fruto produce magullamientos que se manifestarán posteriormente.
- Cortar el pedúnculo a ras sin afectar el cáliz.
- No se debe quitar el cáliz para evitar heridas en el punto de abscisión, que faciliten la entrada de hongos o insectos o que incrementen la velocidad de deshidratación de la fruta.
- El fruto se debe depositar suavemente en el recipiente de cosecha; al dejarlo caer bruscamente sufre golpes que causan magulladuras, afectan su calidad y reducen su vida postcosecha.



Figura 48. Recolección del lulo

- No utilizar recipientes hondos para la recolección ya que se presentan daños por sobrepeso. Se recomienda el uso de la caja plástica de 12 o 15 cm de altura, aunque la más común es la de 25 cm.
- Los recolectores deben distribuirse organizadamente en el lote. Cada uno debe ir por una calle cosechando a lado y lado de los surcos.

Según la tabla de color se recomienda cosechar en estado 3 a 4 para mercados cercanos y 2 o 3 para mercados distantes, ya que en este estado el fruto es más resistente al daño mecánico por transporte.

Recoger frutas descompuestas, enfermas o con residuos de pesticidas, frutas de ramas bajas y del suelo y colocarlas en otro empaque, para evitar la contaminación del fruto y la proliferación de plagas.

**9.5.2. Clasificación.** Normalmente se realiza por calibre y en algunos casos por color. Esta última se divide en lulos maduros, pintones y verdes, de acuerdo al color de la cáscara. La diferencia en coloración se puede asignar así: maduros, cuando la cáscara posee una pigmentación amarilla en más de un 50% de su superficie; pintón cuando es menor del 50% y; verde cuando la cáscara está completamente verde.

Según el tamaño o calibre se clasifican en:

Calidad extra: diámetro mayor de 3,5 cm,

Calidad primera o especial: diámetro entre 2,2 y 3,5 cm

Segunda o corriente: diámetro menor a 2,2 cm.

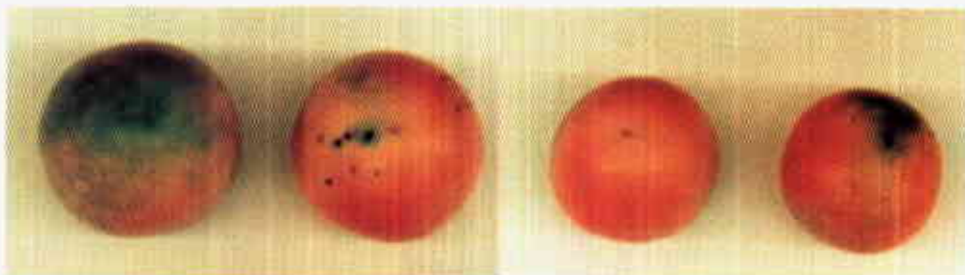


Figura 49. Clasificación del lulo por tamaño

Entre lulos de diferentes grados de madurez hay diferencia en el sabor y aroma, mientras que el tamaño del lulo no afecta estas características, pero es importante en el caso de fruta para la industria.

**9.5.3 Limpieza y desinfección del lulo.** Después de la recolección sigue la remoción de las impurezas grandes y el despelusado. Para retirar la pelusa se utilizan métodos secos y húmedos. Entre más maduro esté el fruto más fácil se desprende la pelusa.

**Limpieza en seco:** Se utilizan el costal, el trapo seco y la zaranda, los cuales presentan problemas de rendimiento y de maltrato de la fruta.



Figura 50. Despелusado del lulo con costal

- **En costal:** los lulos se depositan en un costal ralo (papero), en cantidades cercanas a los 8 kg y se agitan con suaves movimientos laterales, para que el roce desprenda la pelusa y caiga a través de los orificios del costal.
- **Trapo seco:** consiste en pasar un trapo seco sobre cada fruto para retirar la pelusa. Este método implica bajo rendimiento, pero facilita su ejecución en el momento de la recolección.
- **En zaranda:** Se depositan unos 8 kg de fruta en una zaranda, la cual con movimientos longitudinales desprende la pelusa que sale por los agujeros. Se deben evitar los golpes con el marco de la zaranda.

CORPOICA, aprovechando este principio, desarrolló una despelusadora, tipo zaranda rotatoria cilíndrica, de acción manual o mecánica y en el cual puede despelusarse 8kg de lulo/min, con menor maltrato de la fruta y mayor eficacia.



Figura 51. Despелusador mecánico de lulo

#### **Limpieza en húmedo:**

- **Inmersión:** En este caso la limpieza se realiza por frotación con cepillo giratorio, sumergiendo la fruta en el agua o bajo chorros de agua.
- **Aspersión:** consiste en colocar los lulos en movimiento, logrando que se froten entre sí, mientras chorros de agua retiran la pelusa.

En los dos casos la fruta debe secarse una vez terminado el lavado.

**Desinfección.** Esta operación previene la incidencia del ataque de hongos, especialmente el *Colletotrichum gloesporioides* que causa la antracnosis, enfermedad que se puede desarrollar en postcosecha cuando el producto se encuentra almacenado o en las góndolas del supermercado. Para la desinfección contra hongos y bacterias la fruta puede ser colocada en una solución de Tego 51 al 1% y Tiabendazol a 1500 ppm.

Otra alternativa para disminuir la carga de microorganismos tales como bacterias, hongos y levaduras es la inmersión de los lulos, durante 10 a 15 minutos, en una solución de hipoclorito de sodio de 50 mg/kg de concentración y posteriormente se enjuagan para retirar los residuos.

**9.5.4 Secado.** El lulo no se debe empacar húmedo porque se ablanda muy rápido, se raja o se revienta y es fácilmente atacado por patógenos. Así que el agua superficial debe ser removida. El secado puede realizarse con aire forzado, es decir utilizando un ventilador y preferiblemente con aire caliente 40°C, (FEDECAFE, 1987), ya sea en bandejas o en las mismas canastillas, pero con máximo de dos capas de fruta.

**9.5.5 Encerado.** Esta operación restablece la cera natural de la corteza (cáscara) que se pierde durante el proceso de limpieza y desinfección, proporcionando mejor protección al producto y disminuyendo la pérdida de agua. Además la cera da una apariencia brillante muy atractiva. Las ceras deben ser específicamente formuladas para esta operación, como la primafresh.

Una alternativa para la aplicación de la cera puede ser la siguiente:

- Disponer de una bandeja de lámina galvanizada de 2 metros de largo, 60 cm de ancho y 10 cm de altura.
- Colocar sobre la bandeja una lámina de espuma, en la cual se esparce la cera uniformemente.
- Pasar la fruta suavemente con movimientos rotativos hasta que quede impregnada de la cera.
- Retirar los frutos de la bandeja y ponerlos a secar durante 5 a 10 minutos.
- Empacar.

Es importante conocer claramente las características de la cera, y en lo posible realizar unas pruebas preliminares para establecer su fluidez cera y su concentración, entre otros aspectos.

**9.5.6 Pre-enfriamiento.** Este puede realizarse por inmersión en agua limpia, fría (4°C) y corriente durante 15 a 30 minutos. Posteriormente debe escurrirse y secarse bajo sombra en el almacén para que no se caliente de nuevo.

**9.5.7 Empaque.** Existen diferentes tipos de empaque para el lulo: guacal de madera, costales de fique, cajas plásticas y de cartón.

En las **cajas de cartón**, con capacidad 16 kg, se colocan dos capas de fruta y se diseñan con suficiente ventilación. Sus dimensiones son uniformes y facilitan el arrume y transporte y protegen el producto contra el daño mecánico, químico, fúngico y bacteriológico. No son reutilizables, son costosas y no resisten alta humedad.

Las **cajas plásticas**, para 12 kg, presentan buenas alternativas para el manejo y transporte de esta fruta, tanto por características físicas y mecánicas, como por presentación, facilidad de transporte y estibaje, manejo, duración, disponibilidad y reutilización. Sin embargo, se utilizan más las de 20 kg que causan daño por compresión a la fruta del fondo.



Figura 52. Empaques utilizados para el transporte de lulo

En la tabla 14 se presentan los resultados de una evaluación realizada en la Universidad Nacional, donde se observa un alto porcentaje de daño en la fruta en el empaque de madera, comparado con la caja plástica.

Tabla 14. Daños sufridos por el lulo en el empaque y transporte

<b>Daño mecánico</b>	<b>Guacal tradicional %</b>	<b>Caja plástica %</b>
Cortadura	9	1
Magulladura	18	3
Rajadura	3	0
Abrasiones	5	5
Pérdida de peso	3	1

Fuente: Villamizar Fanny, Universidad Nacional de Colombia.

**9.5.8 Almacenamiento.** Las condiciones de almacenamiento del lulo son diferentes, según el grado de madurez que posea, como se deduce de los resultados obtenidos por varias instituciones:

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia sostiene que los lulos que más resisten durante el almacenamiento son los maduros, además se incrementan los sólidos solubles y; el pH y la acidez decrecen. Bajo condiciones de 7 a 8°C y HR entre 80 y 90% y madurez del 50%, puede conservarse durante 40 días. Según el Instituto de Investigaciones Tecnológicas, IIT, el lulo almacenado a 9-10°C y 80-90% de humedad relativa desarrolla su sabor y aroma característicos a los 7 días.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) del Ecuador sostiene que los frutos pintones (¾ de madurez, color amarillo) deben colocarse por 2 ó 3 días a  $21 \pm 2^\circ\text{C}$  y a 85-90% de HR para que desarrollen completamente el aroma y el sabor.

Se recomienda dejar el pedúnculo durante el almacenamiento, ya que previene la rápida deshidratación y el ataque de microorganismos por el punto de abscisión. Así mismo, considerar el daño por frío: A 6°C se presentan daños en la corteza; a 4°C avanzan al interior de la corteza y en un 30% hasta la pulpa y a 2°C alcanzan el 80% de la pulpa.

## 9.6 MERCADO

La totalidad de la producción de lulo es destinada al mercado nacional: el 10% para la agroindustria y el 90% al mercado en fresco, el cual es enviado a las centrales mayoristas para su posterior distribución o a cadenas de supermercados en una mínima proporción (0,38% en los supermercados de Bogotá).

En la tabla 15 se presentan los requisitos exigidos por los supermercados. Comparando estos requisitos con los datos encontrados en la Provincia del Sumapaz, se observa que el lulo de esta región, presenta un diámetro menor al exigido, pero el peso y porcentaje de pulpa es alto, lo cual lo hace muy atractivo para el consumidor.

**Tabla 15.** Características de calidad del lulo, exigidas por los supermercados de cadena de Bogotá

Diámetro, mm	Peso, g	Color	Sanidad	Otros
50 – 60	55	50% naranja	Limpios, sin impurezas, libre de enfermedades, manchas, insecticidas e insectos	Limpio, libre de pelusa. Makro lo prefiere con algo de vellosidad

En la figura 53 y en la tabla 16 se presentan los precios en la fruta en Corabastos y en los supermercados de cadena.

La figura muestra un período de precios altos durante los primeros meses del año, a pesar de que se presenta una producción regular durante todo el año.

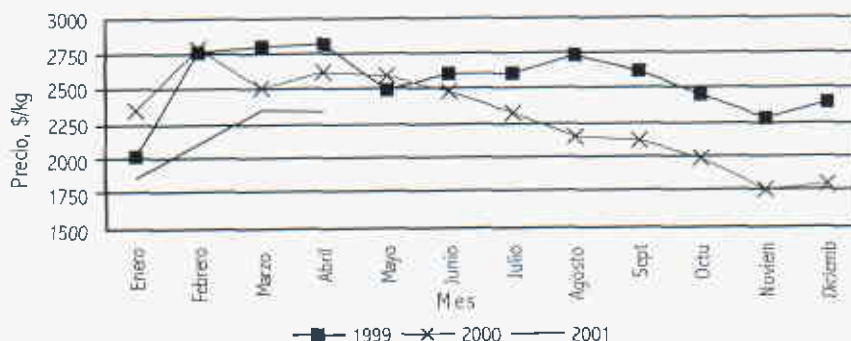


Figura 53. Precio del lulo en Corabastos

También puede observarse un comportamiento decreciente de los precios de lulo, lo cual hace necesario una revisión de importaciones, áreas sembradas, productividad y consumo, entre otros aspectos, para determinar las posibles causas de este comportamiento.

Tabla 16. Precios del lulo en supermercados de cadena de Bogotá. 2001

ABUNDANCIA				ESCASEZ			
COMPRA \$/kg	VENTA \$/kg	MARGEN (\$)	MARGEN (%)	COMPRA \$/kg	VENTA \$/kg	MARGEN (\$)	MARGEN (%)
2.525	3.536	1.011	40	3.000	3.874	874	29

Los precios del lulo en los supermercados, corresponden a los primeros meses del 2001. Los precios de compra en estos supermercados están entre 25 y 40% más altos que los pagados por Corabastos y las exigencias no son mayores, como puede observarse en la tabla 15.

Los supermercados se encargan directamente de empacarlos en otros tipos de empaques, como bandejas de icopor recubiertas con vinilpel, incrementando el valor agregado, el cual se ve reflejado en los márgenes de comercialización.

## 10. TOMATE DE ARBOL

### 10.1 GENERALIDADES

El tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*), es nativo de la región andina del Perú y pertenece a la familia Solanácea.



Es una **planta** arbustiva de tallos semileñosos, de forma erecta y se ramifica a una altura que varía entre 1,5 y 2,0 m, alcanzando la copa alturas hasta de tres metros.



Figura 54. Tomate de árbol

**Las flores** se ubican en la terminación de las ramas y son de color blanco, con franjas o moteados de color rosado tenue. **Las semillas** son pequeñas, planas, circulares y lisas, de color amarillento o a veces pardo.

**Las raíces** son profundas y ramificadas cuando la reproducción se hace por semillas; cuando se hace por estaca son superficiales y bastante ramificadas. Los árboles procedentes de semilla tardan de 12 a 14 meses, a partir del transplante, para iniciar la producción, mientras que los de estaca entre 8 y 10 meses, pero son más pequeños y de menor duración.

El tomate de árbol es una planta propia de **clima** medio a frío, crece bien entre los 1.600 y 2.600 m.s.n.m.; con temperaturas promedio entre los 16 y 22 °C y; alta

nubosidad o ambiente sombreado. Puede resistir temperaturas de 0°C sin sufrir daños graves, siempre que sea por corto tiempo; si la temperatura baja de 0°C el follaje se quema.

**La precipitación** óptima oscila entre 1.500 y 1.600 mm anuales y bien distribuidos. Los veranos prolongados reducen los rendimientos y la calidad de la fruta. Se deben proteger del viento puesto que sus ramas son bastante frágiles.

El cultivo requiere **suelos** sueltos, profundos, con buen drenaje interno y materia orgánica, debido a que es susceptible a la humedad excesiva. Se puede cultivar en suelos planos y pendientes hasta del 70%, pues en pendientes superiores, la planta puede volcarse al iniciar la producción.

Las densidades de siembra van de 1.100 a 1.300 árboles por hectárea. La producción es de corto ciclo, de 2 a 4 años y se inicia a partir de los 8 a los 14 meses con rendimientos de 15 a 20 t/ha/año.

De la floración a la maduración del fruto transcurren 4 meses, época en la que se nota la coloración rojo-amarillenta. Se pueden hacer cosechas semanales o quincenales, según la demanda del mercado.

**El fruto** es una baya de forma ovoide-apiculada que presenta una coloración verde cuando está inmaduro. La longitud varía entre 6 y 9 cm, midiendo en su parte más ancha entre 4 y 6 cm. El peso promedio puede variar entre 70 y 80 g. Tiene una piel fina, lisa y resistente al transporte y una cutícula de sabor amargo, razón por la cual hay necesidad de quitar la corteza para poder hacer uso del fruto. La pulpa es muy jugosa, de color anaranjado y de sabor agridulce, agradable y muy particular y en ella se encuentran entre 300 y 500 semillas por fruto.

Según Bernal (1988) por las variaciones en cuanto al tamaño, forma y color de los frutos, el tomate de árbol presenta la siguiente clasificación:

**Rojo común:** Posee corteza roja anaranjada cuando está madura, con rayas marrón verdoso no muy intensas que se dibujan verticalmente, de forma oval su peso aproximado de 70 g.

**Amarillo redondo:** presenta frutos más grandes que las otras variedades, forma redondeada, 6 cm de diámetro y un peso de 95 g, en promedio.

**Rojo morado:** Comúnmente llamado tomate de árbol mora o tamarillo, por el color de su jugo. Son frutos de color púrpura intenso con rayas verticales verdes apenas perceptibles, de forma oval-redondo, con un peso promedio de 90 g.

## 10.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS

En la Tabla 17 se presentan las etapas que constituyen el desarrollo del fruto, considerado como no climatérico, según Ortigón, 1993.

**Tabla 17.** Etapas fenológicas del fruto de tomate de árbol

Etapa	Días	L cm	D cm	Peso (g)	Características
I	0-10	1,9	1,5	1-3	Cuajamiento del fruto. Coloración verde claro $\frac{3}{4}$ partes del ápice hacia la base.
II	10-20	3,1	2,3	3-10	Mayor crecimiento del fruto en longitud. Color verde claro.
III	20-30	4,1	3,1	10-20	Crecimiento longitudinal del fruto. Color verde $\frac{3}{4}$ partes de la base hacia el ápice.
IV	30-40	4,9	3,0	20-30	Color verde mate del fruto. Forma ovalada.
V	40-60	5,6	4,1	30-40	Color verde brillante del fruto; color verde claro en su parte apical y más oscuro en la basal. Buena consistencia.
VI	60-90	6,4	4,6	40-100	Crecimiento longitudinal y reducción de la firmeza del fruto. Color sigue verde brillante con algunas trazas más oscuras.
VII	90-120	7,7	4,8	88	Aumento de peso. Color verde brillante con varias tonalidades. Forma ovalada. Máximos procesos de síntesis.
VIII	120-150	7,8	6,0	92	Fruto pintón, con la forma completa de óvalo. Color verde-morado, desde la base. El pedúnculo se va secando.
IX	150-180	7,9	6,2	100	Fruto maduro, rojo-amarillo con trazas verdes, características organolépticas buenas. Forma ovalada, alargándose desde la parte apical. Pedúnculo verde claro seco.
X	180-210	7,9	6,3	100	Fruto sobremaduro. Color rojizo y anaranjado. Paredes blandas. Pedúnculo necrosándose y base del fruto con halo amarillo.

### 10.3 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

En la tabla 18 se presentan las características fisicoquímicas encontradas en una muestra de tomate de árbol de la Provincia del Sumapaz.

**Tabla 18.** Características fisicoquímicas del tomate de árbol en la provincia del Sumapaz.

GM	De, cm	DI cm	Peso g	FR %	FD %	°Brix	Acidez %	°B / Ac.	Dureza lb
1	5,10	7,30	95,4	1,0	0,0	9,20	2,36	3,91	12,19
2	5,26	6,91	102,3	9,6	10	9,4	1,88	4,99	8,79
3	5,15	6,77	92,4	20,7	20	10,3	1,87	5,49	8,17
4	5,06	6,72	89,2	27,5	30	9,8	1,57	6,23	5,30
5	5,18	7,10	97,64	29,0	30	11,0	1,32	8,37	3,78
6	5,33	6,99	101,4	12,2	10	11,4	0,79	14,36	

GM: Grado de madurez

De: diámetro ecuatorial

DI: diámetro longitudinal

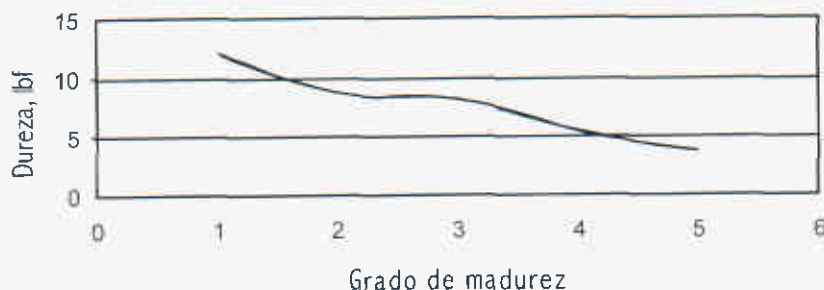
FR: % de fruta recolectada

FD: % fruta con daño

°B: ° Brix

Ac. Acidez

Como puede observarse en la tabla, el tomate de esta provincia presenta muy buenas características en cuanto a calibre, grados brix y acidez; sin embargo, el porcentaje de fruta con daño es bastante alto. Aunque el mayor causante de este deterioro es la antracnosis, el daño mecánico fue muy alto para esta fruta, que está catalogada como de baja susceptibilidad al deterioro.



**Figura 55.** Dureza versus grado de madurez en tomate de árbol

La dureza puede convertirse en un buen indicador de cosecha ya que presenta una relación clara con el grado de madurez del tomate (figura 55).

## 10.4 INDICES DE COSECHA

La cosecha del tomate de árbol, en su momento de madurez adecuado, es uno de los aspectos que repercuten directamente en la vida postcosecha y en su comercialización.

Entre los 120 y 150 días del desarrollo del fruto, el color morado reemplaza al verde paulatinamente. En su interior la pulpa cambia hacia el color naranja y el pedúnculo pierde flexibilidad. Los mayores cambios de acidez, astringencia y azúcares ocurren entre los 150 – 180 días.

El fruto puede ser cosechado a los 120 días de desarrollo, sin embargo la máxima acumulación de materia seca se alcanza a los 140 días.

**Tabla 19.** Características fisicoquímicas y fisiológicas durante la maduración del tomate de árbol

Etapa	Días	Firmeza lb-f	°Brix	Respiración, mg CO <sub>2</sub> /Kg-h	PH	Acidez %	Indice de madurez
I	0-10	13,5	4,57	304,59	5,38	-	-
II	10-20	17,5	4,45	476,02	5,25	-	-
III	20-30	26,5	3,90	88,48	5,03	1,11	3,51
IV	30-4	27	3,35	62,90	4,90	1,61	2,08
V	4-60	27	3,00	64,74	4,71	1,00	4,71
VI	60-90	25	4,05	76,18	4,20	0,46	8,80
VII	90-120	24	3,60	37,75	4,28	0,45	8,00
VIII	120-150	19	8,55	33,69	3,60	1,54	5,55
IX	150-180	16,3	9,33	42,26	3,53	1,34	6,96
X	180-210	12,4	9,4	55,00	3,92	1,16	8,10

Fuente: Caracterización Fisiológica del tomate de árbol. Luz Beatriz Ortigón. 1993

## 10.5 OPERACIONES COSECHA Y POSTCOSECHA

**10.5.1 Recolección.** De acuerdo con el proceso de desarrollo del fruto, se recomienda cosechar la fruta en estados 3 y 4, de acuerdo con la norma ICONTEC 4105.



Fuente: Norma Icontec 4105

**Figura 56.** Tabla de color del Tomate de árbol.



**Figura 57.** Herramienta de recolección del tomate

En la recolección del tomate es muy común el uso del gancho, especialmente cuando se trata de árboles muy altos. Aunque este implemento resulta práctico, es necesario ajustarlo para evitar el daño que el fruto sufre, por la presión o golpe que el gancho aplica al fruto.

**10.5.2 Selección.** En esta etapa se busca retirar los frutos que estén en mal estado, con ataque de plagas y enfermedades, o con daños fisiológicos que no permitan la comercialización de estos frutos.



**Figura 58.** Tomate con ataque de antracnosis.

**10.5.3 Pre-enfriamiento:** Puede realizarse con agua o aire, siendo más práctico el enfriamiento con agua, ya que puede realizarse la limpieza y desinfección simultáneamente.

**10.5.4 Lavado y desinfección.** La limpieza y desinfección del tomate puede realizarse utilizando lavado por inmersión o por aspersion, en las mismas canastas de recolección. Para esto es importante contar con agua de buena calidad, es decir libre de contaminantes, tales como materia orgánica, agroquímicos, residuos tóxicos y demás.

De acuerdo con los estudios realizados por la GTZ, FEDERACAFE y PROTRADE, para la limpieza del tomate de árbol puede utilizarse una solución de TEGO 51 al 1% en agua e inmersión y para la desinfección una solución de TIABENDAZOL 2.000 ppm, (444 cm<sup>3</sup> Mertect/100 litros de agua).

Al igual que todos los demás productos hortifrutícolas, una vez lavados los productos deben secarse para evitar el ataque de hongos, principalmente. Aunque el secado es mejor realizarlo utilizando una corriente de aire caliente, también puede dejarse escurrir en las mismas cajas, pero en lugares que permitan la ventilación del producto y lo mantengan alejados de las diferentes fuentes de contaminación.

**10.5.5 Clasificación.** Los criterios utilizados para realizar la clasificación del tomate son básicamente el grado de madurez y el tamaño o calibre, los cuales deben ser previamente acordados con el cliente.

**10.5.6 Empaque.** El tomate se comercializa en diferentes empaques de acuerdo con el mercado al cual va dirigido. Sin embargo dadas las ventajas que presentan las cajas plásticas su uso se está generalizando.



**Figura 59.** Empaques para el manejo del tomate de árbol

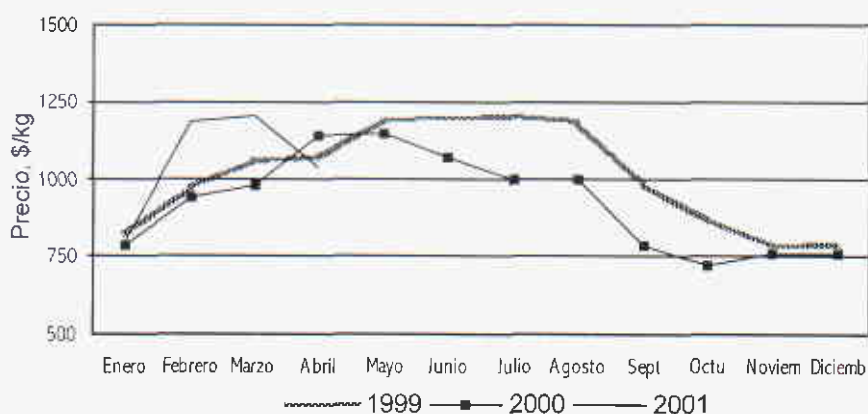
Las cajas de cartón son los empaques más comunes para la exportación de tomate, con capacidad de 2-2,5 kg ó 18 a 25 unidades en una sola capa.

**Almacenamiento.** Según FEDERACAFE, el tomate puede conservarse en almacenamiento refrigerado a 7°C y humedad relativa de 90-95% o utilizando atmósferas controladas con concentraciones de oxígeno,  $O_2$  y dióxido de carbono,  $CO_2$  de 3-5%.

Sin embargo, se debe almacenar en lugares frescos, protegidos del sol, limpios y alejados de fuentes de contaminación; no almacenarlo con otros productos tales como agroquímicos o venenos; limpiar y desinfectar las canastillas; no sobrellenar los empaques y no apilar columnas muy altas, son recomendaciones de fácil aplicación y con resultados positivos en la conservación del fruto.

## 10.6 MERCADO

El mercado del tomate de árbol ha presentado un comportamiento estable a nivel nacional. Los mejores precios se obtienen a mediados del año. Sin embargo en los primeros meses del 2001 ha presentado precios altos.



**Figura 60.** Precios del tomate de árbol en CORABASTOS

Los volúmenes comercializados por las cadenas de supermercados (cerca de 6 toneladas semanales) son muy bajos, comparados con los manejados por las centrales mayoristas. En la tabla 20 se presentan los requisitos de calidad exigidos por estos supermercados.

**Tabla 20.** Requisitos exigidos por las cadenas de supermercados de Bogotá.

Diámetro, mm	Peso, g	Color	Sanidad	Otros
40 - 60	60 - 100	Rojo intenso Morado brillante	Limpios, sin impurezas, libre de ataques y en- fermedades, manchas, insecticidas e insectos	Pedúnculo verde, totalmente limpio

Las exigencias en cuanto a calibre y peso son fácilmente cubiertas por la fruta producida en la provincia del Sumapaz. Sin embargo, el ataque de antracnosis está menguando la producción de tomate de esta región, imposibilitando el cumplimiento de estos requisitos.

*Algunas de las exigencias del mercado de exportación son:*

- Homogeneidad: en tamaño, forma, grado de madurez, colores, características sensoriales, físicas, fisicoquímicas y de presentación.
- Maduración en la planta: porque así se desarrolla un mejor sabor. Casi todos los productos se recolectan bastante inmaduros debido a las necesidades de transporte y almacenamiento.
- Volúmenes y seguridad en suministros: garantizar el suministro de unos volúmenes mínimos pactados con anterioridad, teniendo en cuenta los imprevistos que se puedan presentar.
- Presentación: Debe estar de acuerdo con las normas y exigencias del comprador, además es la imagen del producto y de la empresa. No es suficiente que el producto sea bueno, tiene que verse muy bien.
- Sanidad: Es un parámetro especificado en las normas; ausencia de plagas, enfermedades, daños y sustancias que afecten la salud.
- Frescura: Actualmente el consumidor norteamericano quiere productos frescos y hay una tendencia negativa a consumir productos congelados o productos en conserva.
- Jugosidad: Es un problema característico de los productos de contraestación que llegan deshidratados, se ven bien pero saben a cartón porque están completamente secos.
- Vida útil: Se quiere que el producto tenga una vida de almacenamiento adecuada, por lo menos 6 días y que esté disponible todo el año.

En la tabla 21 se presentan los precios de compra y venta del tomate de árbol ofrecidos por las cadenas de supermercados de Bogotá, en las épocas de escasez y abundancia.

**Tabla 21.** Precios de compra y venta del tomate de árbol en las cadenas de supermercados de Bogotá.

ABUNDANCIA				ESCASEZ			
PC \$/kg	PV \$/kg	MA (\$)	M (%)	PC \$/kg	PV \$/kg	MA (\$)	M (%)
660	1.020	360	54	1.240	1.562	322	25

Aunque el precio de compra del tomate a nivel de supermercado es muy similar al pagado en las centrales mayoristas, el valor agregado que se genera en los supermercados marca una fuerte diferencia con el precio de venta. Este valor agregado está dado básicamente por las labores de clasificación y empaque, tareas de acondicionamiento que bien podrían ser desarrolladas por los mismos productores, favoreciendo el desarrollo de las regiones productoras. Sin embargo es importante tener identificado previamente el mercado y en lo posible asegurada la venta del producto.

## BIBLIOGRAFIA

AMEZQUITA Rafael. Un enfoque metodológico para identificar y reducir pérdidas de postcosecha. IICA. Rep. Dominicana. 1979.

ANTIA, Germán A. y TORRES Juan Fernando. El manejo postcosecha y comercialización de mora. Serie de paquetes de capacitación sobre manejo en postcosecha de frutas y hortalizas. N° 12. SENA. Natural Resources Institute. Santafé de Bogotá 1998.

ARANGO, H., VELEZ, C., VAILLANT F. Estudio sobre el comportamiento postcosecha de la naranjilla (*Solanum quitoense*). En: Manejo pre y postcosecha de frutales y hortalizas para exportación. Quito, Ecuador. 1996.

BERGER Horst. Los sistemas de transporte y distribución de frutas y hortalizas. En: Memorias simposio internacional de manejo postcosecha y perspectivas de comercialización de frutas y hortalizas. Bogotá 1995.

BERNAL, J.. El cultivo del lulo (*Solanum quitoense* Lam). En: Memorias del primer seminario de frutales de clima frío moderado. CORPOICA, Banco Ganadero, Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales, Manizales. 1996.

BERNAL, J.. El cultivo del lulo. Memorias curso regional de actualización en frutas tropicales. Espinal (Colombia). ICA-CORPOICA. 1994.

Boletín Corporación Colombiana Internacional: Sistemas de Inteligencia de Mercados. Perfil de Mercado. No. 4. Enero - marzo 2000

Boletín Corporación Colombiana Internacional: Sistemas de Inteligencia de Mercados. Perfil de Mercado. No. 1. Abril - junio 1999

BONNET, J.G. Diagnóstico en cosecha y postcosecha de mora y lulo en las provincias de Sumapaz y Tequendama. Informe final. Corpoica. Regional Uno. Convenio SENA 0006/97. 1998-1999

\_\_\_\_\_. El cultivo de la mora. Memorias curso regional de actualización en frutas tropicales. Espinal (Colombia). ICA-CORPOICA.

BOTERO, M., et al. 1996. Principales enfermedades en poscosecha asociadas al cultivo de la mora. En: Memorias 2º seminario frutales de clima frío moderado. Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales. Manizales. 1994

CARULLA, J. Sistemas de producción y distribución de productos perecederos en Colombia. En: Memorias primer taller regional de manejo poscosecha de interés para el trópico. San José de Costa Rica. 1994

CORDICAFE Costos y gastos para proyectos de diversificación. Bases tecnológicas. FEDERACAFE. Bogotá. 1995.

CORDICAFE. Precios y proyecciones: Productos agrícolas perecederos. FEDERACAFE. Bogotá. 1995.

CORPOICA REGIONAL 9. Causalidad y soluciones a la problemática de los sistemas de producción centrados en las especies frutícolas adaptadas al clima frío moderado. (lulo, mora y tomate de árbol) Manizales. 1995.

CORPORACION COLOMBIA INTERNACIONAL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Análisis internacional del sector hortifrutícola para Colombia. Bogotá. 1994

CORPORACION COLOMBIA INTERNACIONAL. Inteligencia de mercados. Perfil de producto. Mora. Abril -junio 1999.

DENNIS, F:G., *et al* El lulo o naranjilla: un cultivo que produce ingresos para el pequeño agricultor en Colombia y Ecuador. Horticultura moderna (Colombia). Enero - Marzo 1986. N° 2.

DUQUE, Carmenza. Estudios sobre aromas de frutas colombianas. Parte I: Lulo, mora, mango, badea, mamey y melón de olor. Primer simposio: Tecnologías de manejo poscosecha de frutas y hortalizas para mercado interno y de exportación en iberoamérica. 2º Congreso Iberoamericano de tecnología poscosecha y agroexportaciones. Julio 2000. Bogotá.

FRANCO, G., *et al* Análisis del diagnóstico participativo en mora en el municipio de Quinchía Risaralda. CORPOICA. En: Agrocambio, año 2 N°5, 1996. Manizales.

\_\_\_\_\_, *et al* 1997. Limitaciones y potencialidades del sistema de producción "Lulo" en los departamentos de Caldas y Risaralda. CORPOICA. En: Agrocambio, año 3 N°9. 1997. Manizales.

FAO. Prevención de pérdidas de alimentos postcosecha. 1988

GALLO, PEREZ, Fernando. Manual de fisiología, patología, postcosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. Convenio SENA – Natural Resources Institute. Armenia, Quindío Colombia. 1996.

GALVIS, A. Almacenamiento refrigerado y pre-enfriamiento. En: Jornada de divulgación tecnológica, “Comercialización, empaque y manejo de productos hortifrutícolas” SENA: Departamento de industrias alimentarias. 1993.

GALVIS V., Jesús y HERRERA A., Anibal. El Lulo. (*Solanum Quitoense* Lam.). Manejo postcosecha. Convenio SENA. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 1999.

GARCIA M., Cristina. Pérdidas postcosecha. Memorias seminario manejo General en la postcosecha de frutas y hortalizas. CENTIA. CORPOICA. ASOHOFRUCOL Barranquilla, 2001.

\_\_\_\_\_. Calidad. Memorias seminario manejo general en la postcosecha de frutas y hortalizas. CENTIA. CORPOICA. ASOHOFRUCOL Barranquilla, 2001.

\_\_\_\_\_. Acondicionamiento. Memorias seminario manejo general en la postcosecha de frutas y hortalizas. CENTIA. CORPOICA. ASOHOFRUCOL Barranquilla, 2001.

\_\_\_\_\_. Acopio en finca y transporte. Memorias seminario manejo general en la postcosecha de frutas y hortalizas. CENTIA. CORPOICA. ASOHOFRUCOL Barranquilla, 2001.

\_\_\_\_\_. Exploración de alternativas para el acondicionamiento y transformación de mora (*Rubus glaucus*) a nivel de grupos asociativos de productores del departamento de Cundinamarca”. Informe técnico. CIAT. CORPOICA. 2001.

GONZALEZ B., Gloria, MARQUEZ TAMAYO, Ricardo. Análisis de la producción, distribución y consumo de mora. Bogotá. 1999. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad Libre. Facultad de ingeniería.

HERNANDEZ, María del Pilar, VILLALBA J. Investigación de mercado para la comercialización de siete productos agrícolas de Santander. Bogotá. 1992. Trabajo de grado (Ingeniero Agrícola). Universidad Nacional. Facultad de ingeniería.

HOYOS VILLEGAS, Antonio y GALLO PEREZ, Fernando. Manejo precosecha, cosecha y postcosecha de granadilla y lulo. En: Recopilación de las conferencias dictadas en la reunión técnica latinoamericana de agroindustria de frutas tropicales. Producción, manejo y exportación de frutas tropicales de América Latina. FEDERACAFE. FAO. Manizales. Colombia. 1987.

HOYOS VILLEGAS, Antonio y GALLO PEREZ, Fernando. Manejo precosecha, cosecha y postcosecha de curuba y tomate de árbol. En: Recopilación de las conferencias dictadas en la reunión técnica latinoamericana de agroindustria de frutas tropicales. Producción, manejo y exportación de frutas tropicales de América Latina. FEDERACAFE. FAO. Manizales. Colombia. 1987.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS — ICONTEC — Norma de calidad del tomate de árbol. N° 4105.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS — ICONTEC — Norma de calidad de la mora N° 4106.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS — ICONTEC — Norma de calidad del lulo N° 1265.

IZURIETA, B. Tomate de árbol y naranjilla - Tratamiento como frutos frescos. Escuela Politécnica Nacional de Ecuador. En: Recopilación de las conferencias dictadas en la reunión técnica latinoamericana de agroindustria de frutas tropicales. Producción, manejo y exportación de frutas tropicales de América Latina. FEDERACAFE. FAO. Manizales. Colombia. 1987.

IZURIETA B. Manejo precosecha, cosecha y postcosecha de curuba y tomate de árbol. En: Recopilación de las conferencias dictadas en la reunión técnica latinoamericana de agroindustria de frutas tropicales. Producción, manejo y exportación de frutas tropicales de América Latina. FEDERACAFE. FAO. Manizales. Colombia. 1987.

MOLINA A. Influencia del oxígeno en la maduración postcosecha del lulo. 1989. Tesis de grado (Químico). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias.

MORENO Jorge, PLANELLA Isidro, PEÑA Ismael. Manejo en postcosecha de productos agropecuarios y pesqueros en Colombia, situación actual y perspectivas. IICA. 1997.

MUNEVAR Y., TORRES J. Comercialización de la mora, el lulo y el tomate de árbol en los supermercados de cadena de Bogotá. Informe parcial del proyecto exploración de alternativas para el acondicionamiento y transformación de mora (*Rubus glaucus*) a nivel de grupos asociativos de productores del departamento de Cundinamarca. Corpoica. 2000.

PARRA CORONADO Alfonso. Técnicas de almacenamiento y conservación de frutas y hortalizas frescas. Universidad Nacional. Bogotá. 1999.

PASTRANA, M. Eduardo. Manejo postcosecha y comercialización de lulo. Serie de paquetes de capacitación sobre manejo en postcosecha de frutas y hortalizas. N° 12. SENA. Natural Resources Institute. Santafé de Bogotá 1998.

PROCIANDINO, FRUTHEX. Estudio global para identificar oportunidades de mercado de frutas y hortalizas de la región Andina. IICA. Quito. 1997.

PROEXPORT. Frutas y hortalizas congeladas. Un nuevo reto para Colombia. Sin fecha.

RESTREPO RIOS, Jaime Alberto y ROZO, Sandra Cecilia. Diseño de un centro de comercialización de productos perecederos en la Mesa Cundinamarca. 1994. Trabajo de grado (Ingeniero Agrícola). Universidad Nacional. Facultad de ingeniería.

SABOGAL A., Miguel. Recopilación de información sobre mora, lulo y tomate de árbol. Informe parcial del proyecto: Exploración de alternativas para el acondicionamiento y transformación de mora (*Rubus glaucus*) a nivel de grupos asociativos de productores del departamento de Cundinamarca. 2001.

SALUNKHE, D:K.; KADAM, S.S. Handbook of fruit science and technology: production, composition, storage and processing. Marcel Dekker, Inc., New York. 1995

SANCHEZ, Fernando. Sistemas de control de calidad para la exportación de frutas tropicales: Recopilación de las conferencias dictadas en la reunión técnica latinoamericana de agroindustria de frutas tropicales. Producción, manejo y exportación de frutas tropicales de América Latina. FEDERACAFE. FAO. Manizales. Colombia. 1987.

SEMINARIO NORMALIZACION Y CONTROL DE CALIDAD DE FRUTAS. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Bogotá, 1998.

SEMINARIO DE FRUTALES DE CLIMA FRÍO MODERADO. En: Memorias del primer seminario de frutales de clima frío moderado. CORPOICA, Banco Ganadero, Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales. Universidad de Caldas. 1996.

SEMINARIO DE FRUTALES DE CLIMA FRÍO MODERADO. En: Memorias 2° seminario frutales de clima frío moderado. Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales. Manizales. 1998.

TORREALBA, J. P. La comercialización de productos agropecuarios en América Latina y el Caribe y el desarrollo de la agroindustria rural. En: IV Seminario avanzado en tecnología en alimentos. 1983.

VARGAS OVIEDO Wenceslao. Manejo de frutas y hortalizas en postcosecha. Comportamiento fisiológico en postcosecha. Universidad Nacional. Bogotá.

VILLAMIZAR F. Ciro. Sistemas de empaque y embalaje de frutas y verduras para comercio internacional.

VILLAMIZAR, F. Factores de diseño de un empaque para conservación de calidad del lulo. En: Memorias simposio internacional de manejo postcosecha y perspectivas de comercialización de frutas y hortalizas. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Red Iberoamericana de Tecnología de Frutas y Hortalizas. Bogotá 1995.

VILLAMIZAR, F. El manejo postcosecha y su incidencia en la calidad de la mora de castilla. Universidad Nacional. Colombia. En: Memorias primer taller regional de manejo postcosecha de interés para el trópico. San José de Costa Rica. 1994.

YAHIA Eldahi M. Uso de atmósferas modificadas y controladas como medio de conservación de calidad de frutas y hortalizas. En: Memorias simposio internacional de manejo postcosecha y perspectivas de comercialización de frutas y hortalizas. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Red Iberoamericana de Tecnología de Frutas y Hortalizas. Bogotá 1995.

ZULUAGA, M.. El cultivo del lulo. En: Memorias del curso nacional de actualización en frutas tropicales, plan de capacitación de extensionistas. ICA, CORPOICA. 1994.