



Manejo de cosecha y poscosecha de papaya

Corpoica
EDITORIAL

María Cristina García Muñoz
Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray

Colección Transformación del Agro

Manejo de cosecha y poscosecha de papaya

María Cristina García Muñoz
Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray

Mosquera, Colombia, 2017

Corpoica
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

García Muñoz, María Cristina

Manejo de cosecha y poscosecha de papaya / María Cristina García Muñoz y Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray. – Mosquera (Colombia) : Corpoica, 2017.

108 páginas : datos numéricos -- (Colección Transformación del Agro)

Incluye referencias bibliográficas

ISBN (e): 978-958-740-249-0

1. *Carica papaya* 2. Fisiología poscosecha 3. Almacenamiento 4. Transporte 5. Recolección
I. Rodríguez Borray, Gonzalo Alfredo.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agropec

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Corpoica
Centro de Investigación Tibaitatá
Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá.
Código postal 250047, Colombia.

Esta publicación es resultado del proyecto C00170 de Corpoica “Ajuste y validación de condiciones para el manejo de cosecha y poscosecha de productos frutales con fines de exportación por vía marítima (papaya, *baby* banana, gulupa, granadilla, pitaya, uchuva)”, financiado por el Proyecto Merlin II.

Fecha de recepción: 30 de junio de 2016
Fecha de evaluación: 19 de julio de 2016
Fecha de aceptación: 26 de agosto de 2016

Primera edición: 2.000 ejemplares
Impreso en Bogotá, Colombia, diciembre de 2017
Printed in Bogotá, Colombia

Preparación editorial
Editorial Corpoica
editorial.corpoica@corpoica.org.co
Editora: Liliana Gaona García
Corrección de estilo: Luisa Fernanda Espina Rodríguez
Fotografías: María Cristina García Muñoz
Diseño y diagramación: Oficina Asesora de Comunicaciones,
Identidad y Relaciones Corporativas, Corpoica

Citación sugerida: García-Muñoz, M. C., & Rodríguez-Borray, G. A. (2017). *Manejo de cosecha y poscosecha de papaya*. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).

Cláusula de responsabilidad: Corpoica no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@corpoica.org.co
www.corpoica.org.co



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Presentación	11
Introducción	15
Capítulo I	
Generalidades de fisiología en la poscosecha	19
Maduración	20
Cambios durante la maduración	21
Procesos de fisiología en la poscosecha	22
Respiración	22
Transpiración	23
Factores que afectan la respiración y la transpiración	23
Capítulo II	
Cosecha	29
Estado de madurez para la cosecha	30
Aspectos adicionales en la determinación del momento óptimo de cosecha	33
Alistamiento de la cosecha	33
Preparación del personal	33
Preparación de los elementos requeridos	36
Preparación del lote	42
Alistamiento de puntos de acopio en el lote y en la finca	43
Alistamiento del transporte	48
Recomendaciones para la recolección	51

Capítulo III

Pérdidas en la poscosecha	61
---------------------------	----

Capítulo IV

Acondicionamiento, almacenamiento y transporte	69
Recepción	72
Selección	73
Lavado	74
Enjuague	75
Desinfección	76
Secado	77
Clasificación	77
Empaque	78
Etiquetado	80
Paletización	81

Capítulo V

Transporte al puerto	83
----------------------	----

Capítulo VI

Carga del contenedor	89
----------------------	----

Conclusiones y recomendaciones	93
---------------------------------------	----

Los autores	97
--------------------	----

Referencias	101
--------------------	-----

Lista de figuras

Figura 1	Papaya en estado de madurez comercial o de cosecha	20
Figura 2	Papaya en madurez de consumo	21
Figura 3	Atmósferas modificadas mediante el uso de películas plásticas	25
Figura 4	Daños en papaya por manipulación inadecuada	26
Figura 5	Tabla de color de la papaya, en seis estados de madurez, caracterizados por el porcentaje de coloración amarilla de la piel	31
Figura 6	Causas de pérdidas de papaya por falta de capacitación de los trabajadores	35
Figura 7	Fruta con residuos agroquímicos	36
Figura 8	Guacales utilizados en la recolección y transporte de la papaya	37
Figura 9	Canastillas en mal estado	38
Figura 10	Canastillas plásticas, utilizadas en la recolección, embalaje y transporte de la papaya	39
Figura 11	Opciones para la protección de la papaya	40
Figura 12	Elementos utilizados para la cosecha de papaya	41
Figura 13	Condiciones del lote antes de la cosecha	42
Figura 14	Papaya cosechada expuesta a factores de deterioro	44
Figura 15	Delimitación de áreas y señalización clara en puntos de acopio de fruta	45
Figura 16	Cuartos de acopio en la finca	46
Figura 17	Principales fuentes de contaminación en los puntos de acopio de la fruta	47

Figura 18	Características de los vehículos utilizados para el transporte de la papaya	49
Figura 19	Otras causas de deterioro de la fruta en el vehículo de transporte	50
Figura 20	Papaya en estado de madurez de cosecha óptima para el mercado externo	52
Figura 21	Cosecha de la papaya	52
Figura 22	Desinfección de herramientas durante la cosecha de la fruta	53
Figura 23	Corte del pedúnculo	54
Figura 24	Disposición de la papaya en la canastilla de recolección	54
Figura 25	Transporte de la papaya en la finca	56
Figura 26	Acopio de fruta en campo	57
Figura 27	Actividades que deben considerarse en la planeación de la cosecha	58
Figura 28	Factores de la precosecha que se deben tener en cuenta entre las causas de pérdidas en la poscosecha de papaya	63
Figura 29	Prácticas culturales que favorecen la sanidad de la fruta	64
Figura 30	Diagrama de operaciones para el acondicionamiento, almacenamiento y transporte de la papaya	70
Figura 31	Mesas de acondicionamiento en madera	72
Figura 32	Recepción de la fruta en el centro de acondicionamiento y empaque	73
Figura 33	Selección de la papaya	74
Figura 34	Lavado de la papaya	75
Figura 35	Acondicionamiento de la papaya	76
Figura 36	Remoción de la humedad residual durante el acondicionamiento	77

Figura 37	Malla de polietileno expandido (mallalón) para el empaque y comercialización de la papaya	78
Figura 38	Empaque de la papaya	79
Figura 39	Empaques utilizados para la exportación de papaya	80
Figura 40	Daños de la fruta por un inadecuado ensamble de los palés	81
Figura 41	Transporte refrigerado al puerto	84
Figura 42	Condensación de agua dentro del empaque	85
Figura 43	Revisión de la unidad de narcóticos en el puerto de salida	90





Presentación

Colombia es un país con una amplia riqueza en productos hortofrutícolas que le permiten garantizar la seguridad alimentaria del país y participar en el mercado internacional de alimentos. Sin embargo, el sector no ha tenido un apoyo técnico ni económico que le permita desarrollarse y vincularse al creciente mercado internacional de alimentos, que en la actualidad se inclina al consumo de productos naturales, orgánicos y funcionales, es decir, que aportan beneficios para la salud, más allá de los compuestos nutricionales.

La papaya es una fruta que responde muy bien a estas tendencias, gracias a la cantidad de compuestos antioxidantes, vitaminas, minerales y enzimas digestivas que aporta, y que ejercen funciones importantes en la nutrición y en la salud. Es posible que esta riqueza nutricional y funcional explique la posición de la papaya en el comercio mundial, en el cual se consolida como una de las frutas tropicales más transadas en el mercado internacional.

En el año 2014, la producción mundial alcanzó 12,7 millones de toneladas. Los principales productores son: India, con el 45 % de la producción; Brasil, con el 13 %; y Nigeria, Indonesia y México, cada uno con cerca del 7 %. Colombia produce el 1,2 % y se calcula un consumo per cápita de 3,7 kg/año.

El comercio internacional de papaya se estima en cerca de 300.000 toneladas, en el que México es el principal exportador con el 39 %, seguido por Guatemala, con el 11 %, Brasil, con el 10 %, Belice, con el 9 %, y Malasia, con el 8 %. Por su parte, las importaciones se concentran principalmente en Estados Unidos, con el 57 %, Singapur, con el 8 %, y Canadá, con el 6 %.

A pesar de su gran potencial, en la actualidad las exportaciones colombianas de papaya son mínimas y se dirigen especialmente a Estados Unidos, Canadá y Países Bajos (Grupo LKS, Asociación Hortifrutícola de Colombia [Asohofrucol], & Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola [FNFH], 2013).

El Programa de Transformación Productiva (PTP) del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural ha identificado que la cadena de papaya tiene uno de los mayores potenciales para impulsar el crecimiento y el desarrollo socioeconómico de diferentes zonas rurales del país, pero también ha registrado sus falencias, que no le permiten insertarse en los mercados internacionales (Grupo LKS et al., 2013).

Entre las principales falencias identificadas se encuentra la falta de apoyo tecnológico en las diferentes etapas de producción y comercialización. En respuesta a estas necesidades se plantea la presente cartilla, que expone elementos básicos de la fisiología en la poscosecha que proveen herramientas para la toma de decisiones en la manipulación de la fruta, y explica el fundamento de las recomendaciones para la cosecha, el acondicionamiento y la comercialización de la fruta.

Este documento se ha elaborado después de una amplia revisión bibliográfica, y a partir de los resultados del proyecto de Corpoica “Ajuste y validación de condiciones para el manejo de cosecha y poscosecha de productos frutales con fines de exportación por vía marítima, el cual, a su vez, hizo parte del Proyecto Merlín II, cuyo objetivo fue desarrollar un protocolo para este tema específico. Los autores esperan que este texto pueda ser de utilidad para los integrantes de esta importante cadena de producción.





Introducción

El mercado de las frutas tropicales ha venido creciendo de manera constante en los últimos 20 años (Statista, 2014), y la papaya se sitúa entre las 5 frutas con mayor producción en el mundo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2017).

La papaya es conocida por ser fuente de nutrientes antioxidantes, como carotenos, vitamina C y flavonoides; vitamina B, como folatos y ácido pantoténico; minerales, como potasio y magnesio, y fibra (Venkatappa & Bhat, 2016; Hewajulige & Dhekney, 2016). Además, produce papaína, enzima muy utilizada en las industrias cárnica, farmacéutica y cosmética, entre otras.

La exportación de papaya está concentrada en países de América Latina; solo México exporta el 39 % de la fruta, seguido por otros países, como Guatemala, con el 11 %, Brasil, con el 10 %, y Belice, con el 9 %. México ha logrado su competitividad por su posición geográfica estratégica, un trabajo fuerte en el ámbito fitosanitario y de inocuidad y calidad agroalimentaria, capacitación a sus productores, y avances tecnológicos, tanto en cultivo como en poscosecha y comercialización.

Brasil, por su parte, presenta características edafoclimáticas ideales y un adecuado manejo fitosanitario, pero, ante todo, cuenta con un componente asociativo que lo hace fuerte, además de altos volúmenes de producción. En Asia, los principales exportadores son Malasia, con el 8%; India, con el 4% y Filipinas, con el 2% (Grupo LKS et al., 2013).

El mayor comprador es Estados Unidos, que absorbe el 57% de la papaya transada en el ámbito internacional. Colombia no participa significativamente en el mercado mundial, pues produce solo el 1,2 % de la papaya producida en el mundo, sus exportaciones son marginales (0,03 %) y dirigidas sobre todo al mercado de Estados Unidos, Canadá y Países Bajos (Grupo LKS et al., 2013).

En Colombia, el Programa de Transformación Productiva (PTP) pretende impulsar el crecimiento sostenible de cultivos que ofrezcan condiciones competitivas para incorporarse a los mercados internacionales y que contribuyan a posicionar al país como una verdadera despensa de alimentos para el mundo, así como fomentar el desarrollo de las cadenas con una mayor generación de valor.

Uno de los productos agrícolas que el PTP ha identificado como una alternativa para iniciar dicho proceso de internacionalización de la economía colombiana es la papaya. Los departamentos de Córdoba, Valle del Cauca, Cesar, Meta y Magdalena son los mayores productores, y entre ellos Córdoba es el de mayor rendimiento (Grupo LKS et al., 2013).

De acuerdo con los parámetros considerados por el PTP, como condiciones edafoclimáticas y logísticas, departamentos como Cauca, Valle del Cauca, Tolima, Antioquia, Córdoba, Atlántico, Magdalena, Cesar y los pertenecientes al Eje Cafetero, cuentan con las condiciones más apropiadas para la producción de papaya con miras al mercado internacional.

No obstante, hay muchos aspectos en los cuales se debe trabajar para superar las limitaciones que le han impedido a esta cadena alcanzar condiciones de competitividad en el mercado externo, como altas pérdidas en la poscosecha, falta de asociatividad, limitada capacidad económica de los productores, mínima mecanización, escasa adopción de paquetes tecnológicos, carencia de vías de comunicación, ausencia de estructuras para establecer la cadena de frío y problemas de logística en los puertos.

Por consiguiente, para fortalecer la cadena, es necesario comenzar un trabajo coordinado en los frentes técnico, logístico, de capacitación y de comercialización. Con el fin de contribuir a cerrar brechas en aspectos técnicos, se construyó el siguiente protocolo de manejo de cosecha y poscosecha, el cual entrega recomendaciones básicas que contribuyen a ampliar el tiempo de vida útil de la papaya.

Así mismo, se busca compartir algunos elementos básicos de la fisiología en la poscosecha, que permitan entender los principios en los que se fundamentan las recomendaciones, con el fin de brindar a los integrantes de la cadena mayores elementos para la toma de decisiones en el manejo de la fruta, que conduzcan a reducir las pérdidas y mejorar sus ingresos.

Para llevar a cabo un manejo adecuado de la cosecha y la poscosecha de la fruta, es importante tener en cuenta algunos aspectos básicos del proceso de maduración y de la fisiología en la poscosecha. El conocimiento de estos procesos permite diseñar estrategias para mantener la calidad de la fruta e incrementar su tiempo de vida útil.

Las estrategias deben apuntar básicamente a responder de manera competitiva a los requisitos del mercado, ofrecer productos de alta calidad a precios justos, reducir al máximo las causas de deterioro de la fruta y generar mayor valor a lo largo de la cadena de comercialización, y lograr así un beneficio para todos sus integrantes.

Para conseguirlo, se deben combinar de manera integral aspectos de manejo del cultivo, la cosecha, el acondicionamiento, el transporte y el almacenamiento, lo que implica un compromiso y un trabajo coordinado de cada uno de los actores de la cadena.

Con el fin de favorecer el alcance de este objetivo, se construyó el presente protocolo que, más que una lista de chequeo, constituye una serie de recomendaciones que buscan contribuir al aseguramiento de la calidad de la fruta que llega al mercado, reducir las causas de pérdida en la poscosecha y generar mayor valor en la cadena productiva.

El protocolo se ha dividido en tres grandes secciones: la primera, acerca de elementos básicos de fisiología en la poscosecha; la segunda, sobre la cosecha y su alistamiento, y la tercera se refiere al acondicionamiento, el transporte y el almacenamiento.



Capítulo I

Generalidades de fisiología en la poscosecha

En lo que se refiere a la fisiología en la poscosecha, es importante conocer el estado de madurez de la fruta y los factores que afectan la velocidad de maduración. Por tal razón, a continuación se describe en qué consiste la maduración y de qué manera los procesos fisiológicos controlan o determinan los cambios en la madurez de la fruta.

Maduración

La maduración es un proceso fisiológico que ocurre en un periodo de tiempo determinado, como parte del crecimiento y desarrollo de una fruta. En muchos casos no hay crecimiento, sino una transformación interna, que finaliza en un producto con gran sabor y aroma, así como color y características que hacen atractivo su consumo. Es importante diferenciar tres tipos de madurez:

- Madurez de cosecha o comercial: etapa fisiológica en el desarrollo de la fruta, cuando se desprende del árbol y puede llegar a desarrollar madurez para consumo (figura 1).
- Madurez de consumo: momento en el desarrollo fisiológico del fruto en el cual todas sus características sensoriales particulares, como sabor, color, aroma, textura y consistencia, entre otras, responden a los requerimientos del consumidor (figura 2).
- Madurez fisiológica: fase en la que el desarrollo fisiológico de todas las partes de la fruta permite que las semillas estén aptas para su reproducción.



Figura 1. Papaya en estado de madurez comercial o de cosecha.



Figura 2. Papaya en madurez de consumo.

Cambios durante la maduración

El proceso de maduración de la fruta implica la degradación o transformación de muchos de sus compuestos, como las clorofilas, los carbohidratos poliméricos y los ácidos orgánicos, entre otros (Jung Chen, Manenoi, & Paull, 2007). Estos cambios se reflejan en la apariencia de la fruta, y los más evidentes son las variaciones en el color y la firmeza.

Por tal razón, el color es el criterio más utilizado para determinar si la fruta ya ha alcanzado el estado de madurez comercial y proceder a cosecharla. La firmeza y textura también son criterios muy útiles, pues la maduración hace que la fruta sea más blanda y agradable al paladar.

También se da un cambio importante en el sabor, pues el contenido de azúcares aumenta, haciéndolas más dulces a medida que maduran, mientras que los ácidos disminuyen. Una vez que la fruta alcanza la máxima expresión de sus características sensoriales, comienza su senescencia o proceso de envejecimiento, en el cual su calidad comienza a disminuir, hasta que deja de ser apta para el consumo.

Para determinar el estado de madurez de la fruta y tomar la decisión de cosecharla, se recomienda utilizar al menos dos parámetros o indicadores de madurez, como el color, el tiempo transcurrido desde la floración o desde el cuajado del fruto, la firmeza de la pulpa o la facilidad de abscisión. Hay otras características, más difíciles de medir, como las unidades de calor, el contenido de almidón o la producción de etileno (Yahia & Higuera, 1992; Gallo, 1996; Parra & Hernández, 1997; Wills, McGlasson, Graham, & Joyce, 1998; Kader, 2002a), que también pueden ser tomadas como indicadores de madurez.

Procesos de fisiología en la poscosecha

Las frutas son estructuras vivas, que respiran y transpiran, y requieren energía para su crecimiento y maduración. Cuando están sujetas a la planta, ella les suministra la energía, pero, una vez que son cosechadas, deben generarla a partir de las reservas alimenticias que hayan logrado acumular.

Esta transformación de las reservas alimenticias en energía y compuestos que determinan el cambio en la calidad de la fruta, ocurre a través de los procesos fisiológicos de respiración y transpiración (Krongyut, Srilaong, Wongs-Aree, Uthairatanakij, & Kanlayanarat, 2008), por lo cual es importante conocer los factores que afectan estos procesos, con el fin de desarrollar protocolos de manejo que permitan reducir la velocidad en la que la fruta consume las reservas y, por lo tanto, prolongar su vida útil.

Respiración

La respiración es un proceso metabólico en el que compuestos como los azúcares, el almidón y los ácidos orgánicos actúan como materias primas que reaccionan con el oxígeno, y dan origen a moléculas más simples, como el dióxido de carbono (CO₂) y el agua. Además, genera energía (ATP o kcal), que la fruta almacena para desarrollar los procesos metabólicos que le permiten mantenerse viva o que libera en forma de calor, lo que incrementa la temperatura a su alrededor.

De acuerdo con el patrón respiratorio, las frutas se clasifican en climatéricas y no climatéricas. Su principal diferencia práctica radica en el hecho de que las primeras, una vez cosechadas, continúan su proceso de maduración (mejorando sus características sensoriales como color, sabor y textura); por el contrario, cuando las no climatéricas son cosechadas, sus cualidades sensoriales no mejoran (Kitinoja & Kader, 2002; Kader, 2002).

En el primer grupo se encuentran el aguacate, el banano y la papaya; mientras que los cítricos, la piña y la mora constituyen las frutas no climatéricas (Gallo, 1996). Otra diferencia importante entre estos dos tipos de frutas es la producción y la sensibilidad al etileno, gas conocido como la hormona del crecimiento y desarrollo, que acelera los procesos de respiración y maduración de la fruta, llevándola más pronto a su senescencia.

Las frutas climatéricas producen más etileno, como el maracuyá, que produce cantidades superiores a 100 $\mu\text{l}/\text{kg}/\text{h}$; la uchuva y la manzana, entre 10 y 100 $\mu\text{l}/\text{kg}/\text{h}$; la papaya, como el aguacate, está en el grupo de moderada producción, con reportes entre 1 y 10 $\mu\text{l}/\text{kg}/\text{h}$. En el grupo de baja producción (0,1 a 10 $\mu\text{l}/\text{kg}/\text{h}$) se encuentran climatéricos como el banano, y no climatéricos, como la mora y la piña. En el grupo con producciones inferiores a 0,1 $\mu\text{l}/\text{kg}/\text{h}$ se encuentran los cítricos (Gallo, 1996).

Transpiración

La transpiración es la pérdida de agua de la fruta por diferencia de presión de vapor y es una característica de importancia en la calidad, pues es la responsable de la apariencia del producto. Cuando la pérdida de agua es superior al 5 %, se hace evidente la disminución de la turgencia, lo cual reduce su calidad y su valor comercial. Además, teniendo en cuenta que las transacciones en el mercado se basan en el peso, esta reducción del 5 % del peso de la fruta por transpiración afecta sensiblemente los ingresos de los productores y comercializadores.

Factores que afectan la respiración y la transpiración

El elemento más importante en el control de la respiración y la transpiración de la fruta es la temperatura, seguida de otros como la humedad relativa o del ambiente, el grado de madurez, el tamaño de la fruta, la composición de gases alrededor de ella, y su estado sanitario y físico-mecánico (Yahia & Higuera, 1992; Gallo, 1996; Parra & Hernández, 1997; Wills et al., 1998; Kader, 2002).

Entre más alta sea la temperatura, mayor será la velocidad de respiración y, por ende, de deterioro de la fruta. Por cada 10 °C que aumenta la temperatura, la velocidad de deterioro se incrementa hasta 3 veces; mientras que un aumento de 30 °C incrementa la velocidad de deterioro hasta 15 veces. La producción de etileno también se ve fuertemente afectada por este factor; la papaya almacenada a 7 °C presenta una producción de 0,1 a 2 $\text{ml}/\text{kg}/\text{h}$, mientras que a 20 °C su producción se eleva entre 1 y 15 $\text{ml}/\text{kg}/\text{h}$ (Arpaia & Kader, 1997).

Aunque las bajas temperaturas favorecen la conservación de los productos hortofrutícolas, la papaya es sensible al frío, por lo cual no se debe someter a él. La fruta verde es más sensible que la madura, pues, mientras que la papaya con más del 50 % de color amarillo puede soportar temperaturas de hasta 7 °C, la fruta con menos del 25 % de su superficie de color amarillo no puede resistir temperaturas inferiores a los 13 °C. Papayas en estados intermedios, es decir con coloración amarilla entre el 25 % y el 50 % de su superficie, no toleran temperaturas menores a los 10 °C (Arpaia & Kader, 1997).

La transpiración también se ve afectada por la temperatura, que acelera el proceso, y con ello la pérdida de agua y, por lo tanto, de peso. Esto se ve reflejado en menores ingresos durante la comercialización de la fruta.

La humedad relativa es otro factor determinante en el control del proceso de transpiración de la fruta. Entre más húmedos estén el aire o la atmósfera alrededor de ella (entre el 90 % y el 95 % de humedad relativa), la velocidad de transpiración será menor y, por ende, perderá menor cantidad de agua, lo que la hará lucir más turgente.

Si la humedad relativa es muy alta (> 95 %), se corre el riesgo de que haya una proliferación de hongos, si la fruta no se encuentra perfectamente desinfectada o si está en contacto con superficies o ambientes contaminados. En caso contrario, un ambiente con una humedad relativa menor al 90 % favorece la deshidratación de la fruta, lo cual se refleja en su arrugamiento y en menores ingresos, debido a la reducción de su calidad y su peso.

La composición de la atmósfera circundante también afecta la respiración y la transpiración de la fruta. Como se mencionó previamente, en los procesos de respiración los organismos toman oxígeno diatómico (O_2) para descomponer las reservas alimenticias y liberar dióxido de carbono (CO_2), agua y energía.

De ese modo, si se reduce la cantidad de O_2 disponible, la descomposición de las reservas alimenticias será más lenta, lo que mantendrá la calidad de la fruta durante más tiempo. La alta concentración de CO_2 también reduce la velocidad de respiración de la fruta y, con ello, contribuye a prolongar la vida útil de la misma. Adicionalmente, las concentraciones altas de CO_2 y bajas de O_2 contribuyen al control del desarrollo de microorganismos.

Concentraciones de CO_2 que oscilen entre el 5 % y el 8 %, y de oxígeno entre el 3 % y el 5 %, pueden resultar beneficiosas para la conservación de la papaya. Una forma fácil de modificar la composición de la atmósfera circundante es utilizar películas plásticas para envolver la fruta (figura 3).



Figura 3. Atmósferas modificadas mediante el uso de películas plásticas.

Estos empaques contribuyen a modificar la atmósfera alrededor de la fruta, pues impiden la entrada de oxígeno, así como la salida de CO_2 y de vapor de agua o humedad, de acuerdo con la permeabilidad que tenga el empaque a cada uno de estos gases. Debido a que la fruta sigue respirando, la concentración de CO_2 dentro del empaque aumenta, mientras que la de oxígeno disminuye, y estas condiciones reducen la respiración y transpiración de la fruta, lo que favorece su conservación.

Por otro lado, la manipulación del producto puede resultar tan importante como la temperatura. El manejo delicado de la fruta reduce la presencia de heridas, bien sean cortes o magulladuras (figura 4a), las cuales aceleran los procesos de respiración y favorecen el desarrollo de microorganismos patógenos (figura 4b), condiciones que deterioran la calidad de la fruta (figura 4c). También se debe asegurar que todas las superficies, espacios, equipos, herramientas y manipuladores que entren en contacto con la fruta estén limpios y desinfectados.

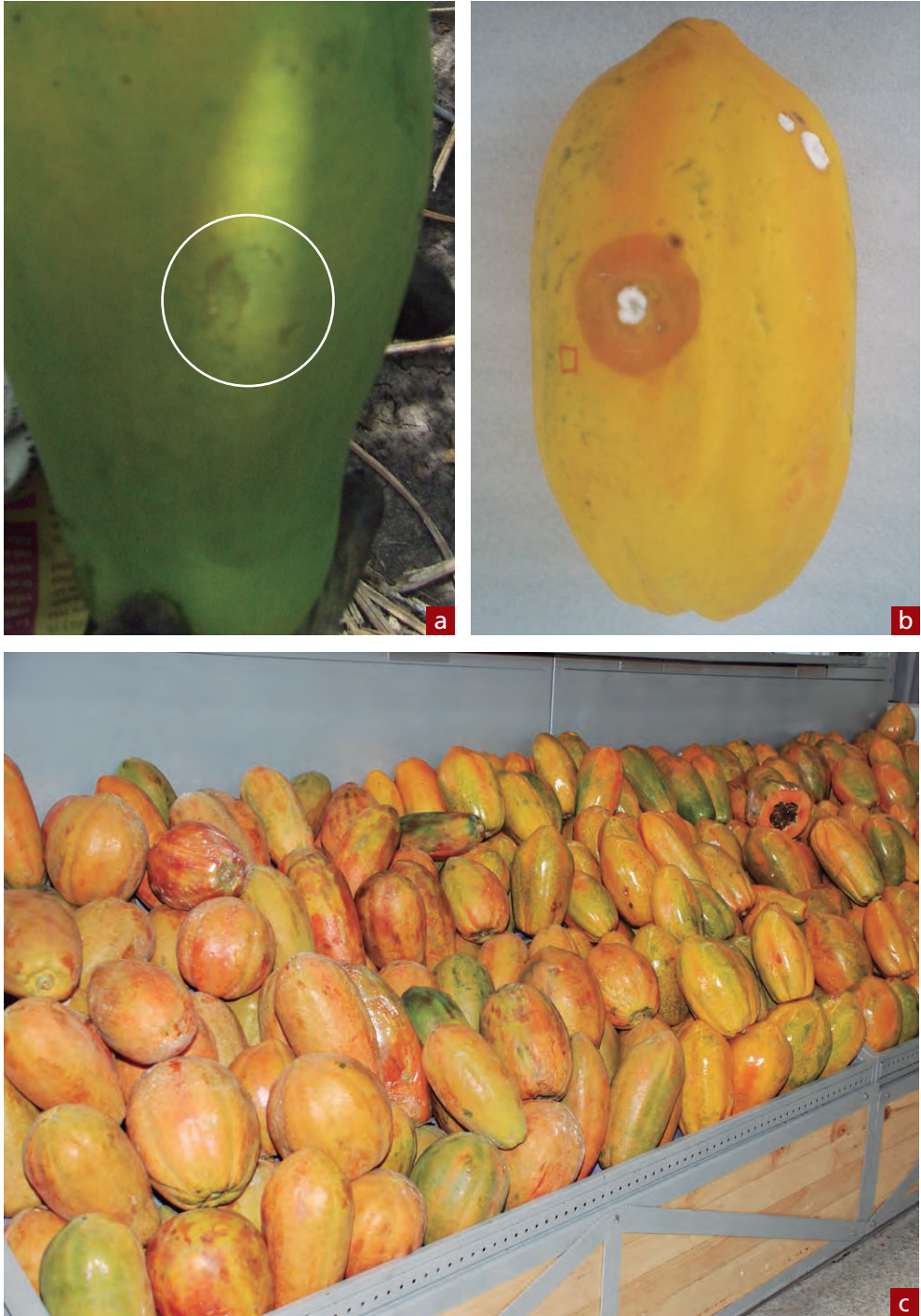


Figura 4. Daños en papaya por manipulación inadecuada. a. Magulladura con acercamiento de la herida; b. Desarrollo de hongos sobre la herida; c. Papaya deteriorada.

El reto en la conservación de la calidad y extensión de la vida útil de la papaya está en el control de los factores que afectan la velocidad de los procesos de respiración y transpiración de la fruta, así como en el manejo higiénico de la misma, para evitar la exposición a cualquier vector de contaminación. Por lo tanto, el protocolo de manejo de la fruta debe apuntar a estos dos objetivos, que permitirán que el país tenga mayores oportunidades de participación en el mercado internacional, más aún en el estadounidense, que absorbe cerca del 50% de la papaya transada en el mercado mundial.





Capítulo II

Cosecha

La cosecha es la etapa en la que culmina el proceso de cultivo y en la que todos los esfuerzos invertidos se consolidan en frutos de alta calidad, que deben ser separados de la planta para llevarlos al mercado y al consumidor final. Por consiguiente, esta fase debe ser planificada para satisfacer los requisitos del mercado objetivo.

El tipo de mercado marca diferencias importantes en la determinación del momento óptimo de cosecha y en el manejo que se le debe dar al producto a lo largo de su comercialización, para asegurar que llegue al cliente o comprador en las condiciones deseadas.



Estado de madurez para la cosecha

La decisión del momento de la cosecha debe tener en cuenta los requisitos del mercado en cuanto al grado de madurez y tamaño, así como las condiciones de distancia y transporte. Esta información y los factores que influyen en la velocidad de maduración de la fruta determinan el estado de madurez en el que se debe cosechar para garantizar la satisfacción de los requerimientos del mercado.

Dado que la papaya es una fruta climatérica, puede ser cosechada verde y ella continuará su proceso de maduración hasta alcanzar las características de color, sabor y aroma que la hacen atractiva para el consumidor. La ventaja de cosecharla verde es que en ese estado de madurez es menos sensible al deterioro, pues es menos dulce y más ácida y firme, condiciones que la hacen más resistente a la manipulación durante su comercialización, lo que disminuye su vulnerabilidad frente al ataque de microorganismos y a daños mecánicos como magulladuras.

Sin embargo, la fruta tiene un estado mínimo de desarrollo, antes del cual no debe ser cosechada, porque si se retira de la planta sería incapaz de continuar su proceso de maduración. Este estado se denomina verde-maduro, y se conoce como madurez comercial (figura 5a), en la cual la papaya se caracteriza por presentar una cáscara o piel dura, de color verde claro, fuertemente adherida a la pulpa. Esta última presenta una variación de color, de blanco a ligeramente amarillo o rojo, y las semillas también cambian, hacia un color negro.

De acuerdo con la distancia en la que se encuentra el mercado y los requisitos que exige, la ruta y las condiciones de almacenamiento y transporte, se selecciona el estado de madurez en el que se debe cortar. Para mercados de exportación son recomendables los estados 2 y 3 (figuras 5b y 5c), y el 4 para mercados nacionales (figura 5d).

El estado 5 (figura 5e) es un grado de madurez avanzado, con características sensoriales de sabor, textura y aroma muy apreciadas, pero con mayor susceptibilidad al daño mecánico y microbiológico, lo cual se traduce en tiempos de vida útil muy cortos, lo que impediría la comercialización.

En el estado 6 (figura 5f) se alcanza el máximo estado de madurez, en el cual la fruta se caracteriza por ser más dulce y aromática, menos ácida, de un color intenso y una pulpa de textura suave. Sin embargo, en este estado, la vida útil de la fruta es muy corta y muestra síntomas como ablandamiento extremo y arrugamiento, es mucho

más sensible a daños mecánicos, como cortes y magulladuras, así como a daño microbiológico, dado que su piel o cáscara son mucho más débiles y ya no la protegen de la misma forma que en los estados 3 o 4; esto, sumado al alto contenido de azúcares, favorece el crecimiento de microorganismos.

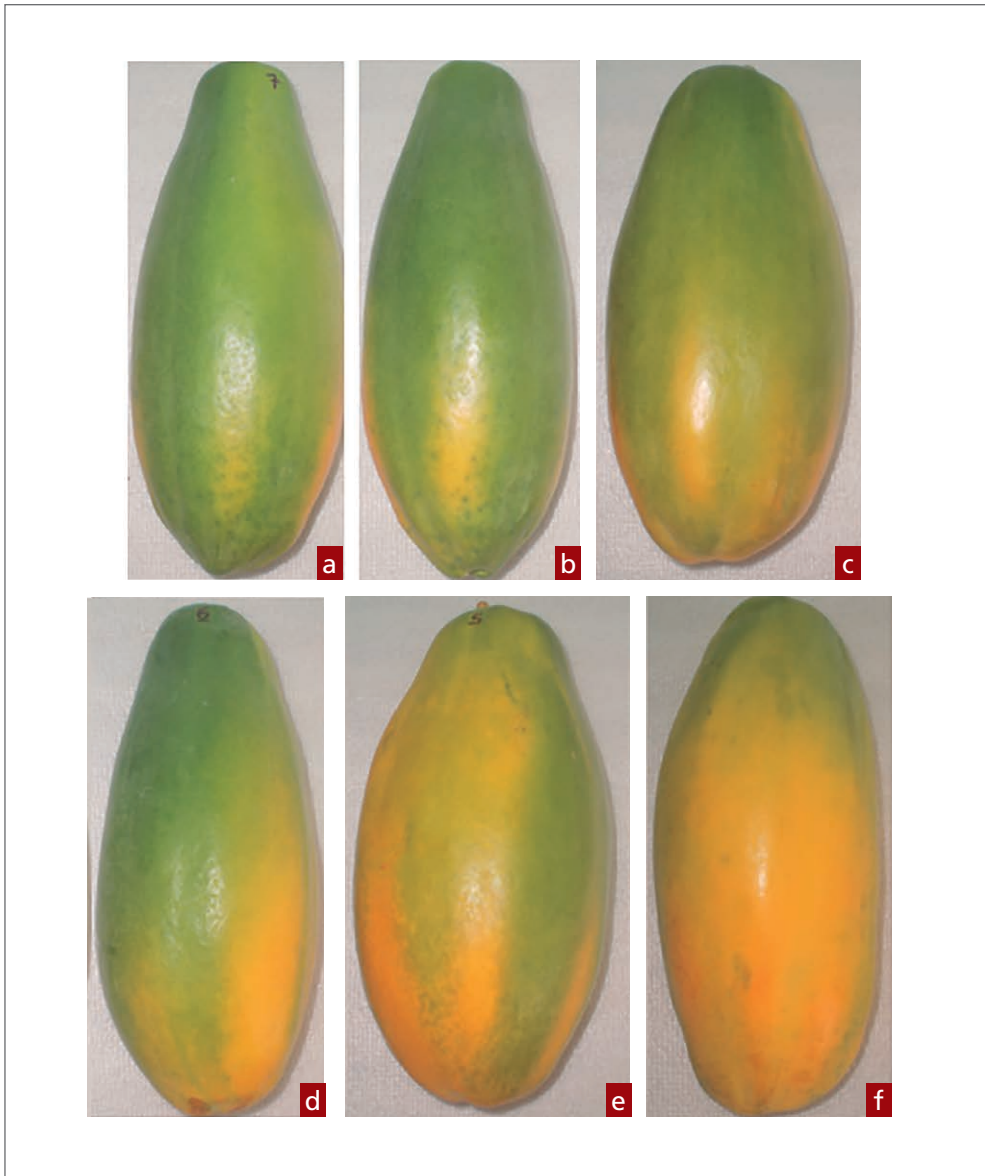


Figura 5. Tabla de color de la papaya, en seis estados de madurez, caracterizados por el porcentaje de coloración amarilla de la piel. a. Estado 1 (máximo 15%); b. Estado 2 (16% a 25%); c. Estado 3 (26% a 40%); d. Estado 4 (41% a 60%); e. Estado 5 (61% a 80%); f. Estado 6 (coloración amarilla en más del 80% de la superficie).

De acuerdo con lo anterior, se recomienda recogerla sana, en estados de madurez 2 o 3, manteniéndola a temperaturas bajas (10-12 °C) durante el almacenamiento y transporte, incluyendo su exportación por vía marítima, en el caso de mercados distantes. De esta manera, se mantiene la calidad de la papaya durante el tiempo suficiente para alcanzar el mercado de destino y para ser exhibida en góndola en un periodo prudente para que el consumidor final pueda disfrutar de una fruta de excelente calidad.

Dado que la calidad es subjetiva, cada mercado tiene sus propios estándares de calidad. Sin embargo, para facilitar el entendimiento en la comercialización existen las normas técnicas, que incluyen requisitos mínimos, categorías de calidad y tolerancias, así como especificaciones de calibres, que sirven de referencia, aunque pocas incluyen cartas de color. Por ejemplo, la norma universal del Codex Stan 183-1993 no tiene en cuenta las características asociadas al grado de madurez, pues la gran mayoría (sólidos solubles totales, acidez, firmeza, índice de madurez) depende de factores genéticos, condiciones edafoclimáticas, y demás, que impiden generar normas internacionales que regulen estos aspectos; por otro lado, la norma colombiana NTC 1270 para papaya hace alusión a los requisitos mínimos, categorías, tolerancias, entre otros aspectos, pero no contempla una tabla de color.

Aunque el contenido de sólidos solubles, la acidez y la firmeza no hacen parte de las normas técnicas, cada país hace estudios sobre sus materiales y de acuerdo con sus propias condiciones de producción, para conocer el comportamiento de estos parámetros con la maduración y así facilitar el establecimiento de protocolos para su adecuado manejo.

En el caso de la firmeza, algunos estudios han mostrado que la papaya en el estado uno de madurez puede alcanzar valores de firmeza de hasta 95 newtons (N), mientras que para su consumo debe ser máximo de 20 N. De igual forma, en estados iniciales de madurez, la papaya muestra valores de sólidos solubles cercanos a los 6 grados Brix (Bx), mientras que su comercialización requiere un mínimo de 11 °Bx (Santamaría et al., 2009; Umaña, Loría, & Gómez, 2011).

En cualquiera de los casos, sin importar si se trata del mercado regional, nacional o de exportación, la cosecha debe ser planificada, para llevarla a cabo de manera eficiente, en el menor tiempo posible, con el mínimo costo y la menor pérdida o daño del producto.

Aspectos adicionales en la determinación del momento óptimo de cosecha

Aunque los requisitos del mercado y la madurez fisiológica del fruto constituyen los aspectos básicos para determinar el momento de recolección, también es importante considerar las condiciones climáticas y el apoyo logístico, ya que permiten planear mejor la cosecha y responder a las eventualidades de manera segura.

Esto implica conocer los siguientes aspectos: la distancia en la que se encuentra el mercado, las posibles rutas, el comportamiento de la temperatura a lo largo de la ruta si el transporte no es refrigerado, el personal disponible y capacitado, la disponibilidad de elementos y de vehículos para la cosecha y el transporte, los días y horas de compra y de despacho, el tiempo de espera y las condiciones en el puerto (temperatura y humedad relativa del contenedor), y el precio ofrecido, entre otros.

Cuando el producto se dirige a mercados en Estados Unidos, es posible que aproximadamente 24 días de vida útil sean suficientes para su comercialización, mientras que los mercados europeos requieren mínimo 34 días de vida útil para que el fruto llegue en buenas condiciones hasta el consumidor final.

Alistamiento de la cosecha

Una vez que se han identificado los requerimientos de calidad exigidos por el mercado, se ha determinado el estado de madurez en el que debe ser recolectada la fruta y se han caracterizado las condiciones de transporte durante la ruta seleccionada, se procede a planear la cosecha. Se inicia con la visita a los lotes de producción, con el fin de estimar la cantidad de fruta que cumple con los requisitos establecidos para su recolección y, a partir de esa información, se calculan y preparan el personal y los elementos de cosecha y de protección necesarios (canastillas, navajas, guantes, botas y gorras), se alistan el lote y los puntos de acopio, y se programa el transporte.

Preparación del personal

Los trabajadores encargados de la recolección deben ser personal calificado, si no es el caso, deberán ser capacitados o instruidos previamente acerca de los siguientes asuntos:

- Las características de la fruta que se debe recoger: estado sanitario, tamaño, color, forma y otras características particulares que requiera el mercado al cual va dirigida. Es recomendable utilizar tablas de color o frutas de referencia de al menos cuatro estados (2, 3, 4 y 5), para explicar las características que definen cuáles recolectar y cuáles no. Esto permite una mayor certeza en la selección de la papaya que se coseche y se obtendrá una fruta más homogénea, que enfrentará menos rechazos o castigos de precio en el mercado.
- La metodología de recolección: es necesario instruirlos en el uso de tijeras, las cuales deben estar afiladas, limpias y desinfectarse periódicamente con yodo agrícola o tiabendazol a lo largo de la cosecha, para evitar la difusión de enfermedades en el lote, en caso de que la tijera entre en contacto con plantas contaminadas. Se debe prohibir la torsión del pedúnculo al retirar la fruta de la planta, pues esto puede ocasionarle daños por desgarre. De igual modo, es indispensable asir la papaya delicadamente y cortar el pedúnculo con una longitud máxima de 1,5 cm, e introducirla en mangas de espuma o envolverla en papel periódico limpio sin impresión, para protegerla del daño por abrasión a causa del contacto entre las frutas. Se puede contar con dos trabajadores, uno que se encargue de retirarla de la planta y cortarle el pedúnculo, mientras el segundo la envuelve, la ubica en la canastilla y la transporta hasta el punto de acopio.
- El manejo higiénico de la fruta: se debe explicar la importancia de cumplir prácticas de limpieza y desinfección de todos los elementos, herramientas y superficies en contacto con la fruta. Así mismo, es indispensable incentivar el lavado y desinfección de las manos antes de entrar en contacto con la fruta, en especial después de utilizar el baño, consumir alimentos, fumar, jugar, o haber estado en contacto con otros elementos que puedan ser portadores de contaminantes.
Es necesario hacer énfasis en que, cuando se tenga alguna herida abierta, debe ser perfectamente cubierta, para evitar que entre en contacto con la fruta; si presenta una enfermedad, es recomendable asignarle otra actividad en la que no entre en contacto con la fruta.

Es recomendable contar con vestidores, para que los trabajadores puedan entrar a la finca, dejar sus prendas y elementos personales, y ponerse el overol y las botas limpias y desinfectadas, lo que evita que se entre al lote con objetos que puedan estar contaminados con elementos o microorganismos provenientes de otras fincas. Si el trabajador lleva las botas puestas, en la entrada de la finca se debe contar con un sistema para desinfectarlas, que puede ser un recipiente con cal.

La implementación de programas de capacitación para los trabajadores de la finca resulta esencial en la reducción de pérdidas en la cosecha y la poscosecha, pues

la gran mayoría de los daños que sufre la fruta son causados por la manipulación inadecuada durante estas etapas, se hacen evidentes días después, y reducen considerablemente su calidad o conducen a la pérdida total del producto, con las consecuentes pérdidas para el productor y el comercializador.

En la figura 6 se ilustran algunas de las principales causas de daño ocasionadas por la falta de capacitación o instrucción del personal.



Figura 6. Causas de pérdidas de papaya por falta de capacitación de los trabajadores. a. Recolección con torsión del pedúnculo; b. Uso de papel periódico impreso, cuya tinta, al entrar en contacto con el látex, causa la contaminación de los guantes, que se transfiere a la fruta; c. Papaya en estado avanzado de madurez; d. Presencia de un pedúnculo demasiado largo, que puede causar daño a las papayas contiguas durante el almacenamiento o el transporte.

Finalmente, se debe hacer énfasis en que se respeten los tiempos de carencia y no se recoja fruta que tenga residuos de fungicidas o insecticidas, ya que afecta su inocuidad (figura 7).



Figura 7. Fruta con residuos agroquímicos. a. Residuos en fruta en árbol; b. Residuos en frutas cosechadas.

Preparación de los elementos requeridos

Es imprescindible asegurarse de que se cuenta al menos con la cantidad mínima de elementos (herramientas de corte, recipientes de recolección, guantes [si es necesario] y desinfectante), y que todos se encuentran limpios y en buen estado.

Se requiere que los recipientes de recolección sean adecuados, es decir, que protejan la fruta y faciliten su transporte y apilamiento, por lo que deben ser de materiales estructuralmente fuertes, que se puedan limpiar y desinfectar, tener ventilación, una buena relación peso-capacidad y acabados lisos en su interior, entre otras características.

Los guacales no son una buena opción, ya que pueden causar daños mecánicos a la fruta, por la presencia de astillas, puntillas y rugosidades. Aunque algunos tratan de contrarrestar estos factores con el uso de papel periódico, tanto para forrar el guacal como para envolver la papaya, el riesgo sigue siendo alto (figura 8a), pues las puntillas y astillas pueden romper el papel y causar heridas a la fruta; además, no son fáciles de apilar (figura 8c), por lo cual pueden caer fácilmente durante el almacenamiento o el transporte y causar daño a la fruta contenida en ellos.



Figura 8. Guacales utilizados en la recolección y transporte de la papaya. a. Uso de papel periódico para la recolección y comercialización de la papaya; b. Uso de puntillas en su construcción; c. Guacales apilados.

Las canastillas plásticas constituyen una mejor alternativa para la recolección, transporte y almacenamiento de la papaya. Sin embargo, si no están en buen estado (figura 9a y 9b), pueden causar daños mecánicos (figura 9c), que facilitan la entrada y el desarrollo de hongos o contaminación, incrementados por la suciedad (figura 9d), y la presencia de insecticidas y fungicidas, residuos de cosecha, tierra o elementos ajenos al producto.



Figura 9. Canastillas en mal estado. a. Ruptura o agrietamiento; b. Pérdida de alguna de sus partes; c. Daños en la papaya provocados por el uso de cajas en mal estado; d. Frutas en contacto con superficies sucias.

Los productores y exportadores han considerado diferentes opciones, como las canastillas plásticas con interiores recubiertos con papel periódico o una lámina de espuma o superlón. Además, cada unidad se envuelve en papel periódico, para evitar el roce entre los frutos y el daño por abrasión o pérdida de la piel (figura 10).



Figura 10. Canastillas plásticas, utilizadas en la recolección, embalaje y transporte de la papaya. a. Interior recubierto con papel periódico impreso y papayas envueltas individualmente en el mismo tipo de papel; b. Canastillas con interior recubierto con superlón; c. Canastilla recubierta con superlón y papayas envueltas en papel periódico impreso; d. Canastillas recubiertas con superlón y papayas envueltas en papel periódico sin impresión.

A pesar de la preferencia por las canastillas plásticas, el recubrimiento no es recomendado, a menos de que sea perforado, para facilitar la ventilación y así evitar la acumulación de calor y el incremento de la temperatura que, como ya se ha mencionado, acelera los procesos de maduración. El uso del papel periódico impreso tampoco es recomendado, ya que los compuestos químicos de la tinta pueden transferirse a la fruta, lo que pone en riesgo su inocuidad.

Entre las alternativas existentes, se encuentra el uso de mangas o mallas de espuma o mallalón (figura 11), tiras de papel o alveolos, para mantener separadas las papayas y evitar el roce entre ellas, con la consecuente pérdida de piel por abrasión. En otros países, como México y El Salvador, es común el uso de papel periódico sin impresión.



Figura 11. Opciones para la protección de la papaya. a. Fruta envuelta en papel periódico sin impresión; b. Papaya en mangas de espuma.

Aunque los recipientes de recolección son clave en la preparación de la cosecha, las herramientas de corte también pueden ser un factor de deterioro si no están bien desinfectadas o en buen estado. Si no están bien afiladas, pueden causar daño a la fruta o a la planta, por desgarre o el debilitamiento de la zona peduncular, lo que facilita la entrada de microorganismos; y si no están desinfectadas, pueden diseminar enfermedades en el lote.

De igual forma, las botas de los trabajadores deben estar limpias y desinfectadas cuando entren al lote. Muchos de los problemas de diseminación de enfermedades son causados por las botas de operarios que trabajan o visitan un lote y posteriormente otro, sin ninguna precaución. Por otro lado, el uso de los guantes no es una recomendación generalizada, pues es más fácil y práctico lavarse y desinfectarse las manos que los guantes. Sin embargo, si se utilizan, deben estar limpios.

Es recomendable que utilicen gorra pues, además de protegerlos del sol y permitir una mejor observación del fruto, también reducen la caída de cabellos sobre la fruta o en los recipientes de transporte. La figura 12 muestra los elementos de trabajo, como las tijeras (figura 12a), y de protección, como guantes, gorra (figura 12b) y botas (figura 12c), que son utilizados comúnmente en la recolección de la papaya, pueden ser vectores de contaminación para la fruta si no se mantienen en buenas condiciones higiénicas.



Figura 12. Elementos utilizados para la cosecha de papaya. a. Tijeras; b. Guantes y gorra; c. Botas.

Preparación del lote

El lote debe estar organizado, sin la presencia de elementos que puedan causar accidentes o demoras en el desplazamiento. Esto implica la remoción de todo elemento ajeno a la recolección que pueda ser causa de accidente, como mangueras, alambres, herramientas, recipientes de agroquímicos, canecas, baldes y, por supuesto, cualquier tipo de basura.

En la figura 13a se observan elementos ajenos a la recolección (ropa de los trabajadores y morrales), que no deberían estar en el lote. También se advierte la presencia de recipientes de agroquímicos, que pueden ser un riesgo de contaminación para la fruta durante su cosecha. Por otra parte, en la figura 13b, se aprecia un lote limpio, sin obstáculos, así como un lugar destinado para que los trabajadores dejen sus pertenencias y puedan cambiar su ropa por el overol y las botas de trabajo, lo que reduce el transporte de vectores de contaminación entre lotes o fincas.



Figura 13. Condiciones del lote antes de la cosecha. a. Lote con elementos extraños, que pueden ser vectores de contaminación; b. Lote limpio, listo para cosechar y con un lugar exclusivo para guardar los elementos de los trabajadores, lo cual contribuye a la reducción de causas de deterioro de la fruta.

Alistamiento de puntos de acopio en el lote y en la finca

Debido a que los lotes son grandes, el desplazamiento hasta el punto de acopio en la finca puede tomar mucho tiempo. Por tal motivo, para hacer más eficiente el proceso de recolección, la fruta se acopia de manera temporal en el mismo lote. Estos puntos de acopio deben estar ubicados estratégicamente, con el fin de reducir tiempos y movimientos durante la cosecha, y proteger la fruta de la exposición directa al sol, la lluvia y el contacto directo con el suelo. Para esto último, se pueden tener estibas dentro del lote, para ubicar las canastillas o, en último caso, utilizar canastillas vacías que cumplan esta labor.

La figura 14 muestra cómo, en la mayoría de los casos, la fruta es acopiada a la intemperie, sin ningún tipo de protección contra la lluvia (lo que favorece el desarrollo de hongos); los rayos solares (que incrementan la temperatura de la fruta) (figura 14a); la contaminación por agentes patógenos presentes en el suelo (figura 14b), o transportados por el aire (figura 14c).

En otros casos se utilizan medios de protección que no son adecuados, como el papel periódico impreso (figura 14d), el cual puede causar contaminación de la papaya, tanto por las tintas como por los residuos que pueda presentar. Todas estas condiciones reducen la calidad y el tiempo de vida útil de la fruta.

Centro de acopio en la finca

Al igual que el punto de acopio en el lote, este lugar tiene como función almacenar la fruta, protegiéndola de posibles daños, causados por el sol, la lluvia, roedores, plagas, enfermedades u otros agentes contaminantes transportados por el aire o provenientes del suelo.

En los puntos de acopio en la finca, la fruta puede permanecer durante un tiempo más prolongado, hasta que la lleven al mercado de destino, por lo cual debe haber una mayor exigencia en cuanto a las condiciones de protección de la fruta, y contar con más capacidad que la que tienen los puntos de acopio en el lote.

Para contribuir al mantenimiento de la calidad de la fruta, las principales condiciones que deben cumplir los puntos de almacenamiento o acopio temporal son las siguientes:

- Estar ventilados y alejados de cualquier fuente de contaminación, como puntos de disposición de residuos orgánicos, pozos sépticos, aguas negras o de almacenamiento de agroquímicos.



Figura 14. Papaya cosechada expuesta a factores de deterioro. a. Expuesta al sol y al agua; b. Fruta o canastillas en contacto directo con el suelo; c. Vectores de contaminación transportados por el viento; d. Protección inadecuada, por el uso de papel periódico impreso.

- Es indispensable que estos cuartos no tengan ningún fin diferente al almacenamiento de la fruta (figura 15a). Se debe evitar acopiar la fruta con otros tipos de elementos o materiales como productos agroquímicos (figura 15b), herramientas, ropa o insumos agrícolas. Estos elementos se deben almacenar en un lugar diferente al de la fruta y estar claramente señalizados (figura 15c). Así mismo, se requiere restringir el ingreso de animales de la finca a estos espacios de almacenamiento de fruta y evitar la entrada de plagas y roedores, que constituyen vectores de contaminación.



Figura 15. Delimitación de áreas y señalización clara en puntos de acopio de fruta. a. Lugar exclusivo para el almacenamiento de fruta; b. Organización de agroquímicos en cuartos separados de la fruta; c. Señalización clara de las diferentes bodegas de acopio.

- Estos lugares deben estar limpios y desinfectados antes de iniciar el proceso de cosecha y, además, se debe retirar cualquier elemento extraño (fungicidas, agroquímicos, ropa o herramientas) que se encuentre en estos cuartos o espacios. Adicionalmente, se debe restringir la entrada de personal ajeno a la cosecha.
- Es necesario que estén ventilados, para evitar la acumulación de calor y, por ende, el incremento de la temperatura, tanto por las condiciones ambientales como por los procesos normales de respiración de la fruta. Es recomendable mantener la temperatura entre 10 °C y 12 °C, y una humedad relativa de entre el 90 % y el 95 %.
- Se requiere que la fruta se organice de manera tal que la primera que entra sea la primera que salga. Debe dejarse sobre estibas, y mantener una distancia prudente entre las pilas, y entre estas y las paredes, para facilitar la circulación de aire y favorecer el movimiento de personal. En la figura 16a se aprecia un cuarto de acopio vacío, para observar el uso de las estibas, mientras que en el punto en el que se encuentra la fruta (figura 16b) son visibles la falta de organización y la carencia de espacio entre las pilas.



Figura 16. Cuartos de acopio en la finca. a. Cuarto vacío con estibas; b. Cuarto con estibas, pero con inadecuada organización de las cajas.

- Aunque las canastillas presentan una alta resistencia mecánica no se deben apilar muy alto, por seguridad y manejo.
- Es importante que estén contruidos con materiales que tengan terminados lisos y recubrimientos epóxidos o acrílicos, y diseños que faciliten su limpieza y desinfección, es decir, es preferible tener paredes lisas y con uniones o intersecciones entre paredes, y un suelo con terminaciones redondeadas, para evitar la presencia de puntos “muertos”, a los que no se pueda acceder en las labores de limpieza, lo que facilita la acumulación de suciedad y el desarrollo de patógenos que contaminarán la fruta.
- La ventilación es muy importante pues, además de remover el calor y evitar el incremento de la temperatura, también ayuda a retirar los gases de respiración y el etileno, que acelera la maduración del fruto, así como a eliminar olores o aromas extraños, que demeritan la calidad de la fruta y reducen su vida útil.
- No es recomendable almacenar diferentes tipos de frutas en el mismo cuarto. Es importante tener en cuenta la compatibilidad entre ellas, en cuanto a la producción y sensibilidad al etileno, las condiciones de temperatura y humedad, y la generación y absorción de olores.

Aunque la papaya presenta una baja producción de etileno (0,1-2 $\mu\text{l/kg/h}$ a 7 °C, y hasta 1-15 $\mu\text{l/kg/h}$, a 20 °C), existen frutas que lo producen en gran cantidad, como el maracuyá (160-370 $\mu\text{l/kg/h}$), que pueden acelerar el proceso de maduración de la papaya y llevarla rápidamente a la senescencia.

Debido a los requerimientos de temperatura y humedad relativa, la papaya podría ser almacenada con melón, guayaba, pepino, pimientos, berenjena, limón, toronja, calabacita y hortalizas de fruto, que se almacenan a 13 °C, con una humedad relativa entre el 85% y el 95%. Otros productos hortícolas, como la cebolla, pueden generar olores y aromas que otros pueden absorber (Thompson, Kader, & Sylva, 1996).

- En la figura 17 se aprecia cómo los centros de acopio en la finca no reciben la atención e importancia que ameritan y, por el contrario, se convierten en un centro de alto riesgo para la inocuidad y la calidad de la fruta.
- En la figura 17a se observan animales de la finca en los lugares de almacenamiento y manipulación de la fruta; y la figura 17b muestra la falta de organización de estos espacios, sin áreas delimitadas para el almacenamiento de la fruta y los materiales de empaque. Por su parte, en la figura 17c se aprecia el riesgo de contaminación de la fruta, causado por compartir espacio con empaques vacíos de agroquímicos y recipientes de recolección usados, entre otros elementos.



Figura 17. Principales fuentes de contaminación en los puntos de acopio de la fruta. a. Presencia de animales; b. Falta de organización, sin separación de áreas ni de materiales; c. Cajas usadas y recipientes de agroquímicos en los cuartos de acopio de fruta.

Alistamiento del transporte

El principal objetivo del alistamiento del transporte es asegurarse de que se cuenta con él a la hora prevista, para evitar la exposición prolongada de la fruta a condiciones adversas, como alta temperatura y humedad, en el lote o en los puntos de acopio.

En la figura 18 se observa un vehículo utilizado para el transporte de la papaya que no cuenta con refrigeración, tiene una carpa negra, que favorece la acumulación de

calor (figura 18a), incrementado por la manera en que el fruto ha sido empacado, pues está envuelto individualmente en papel y acomodado en canastillas recubiertas en su interior con superlón que no cuenta con perforaciones, lo que limita su ventilación y enfriamiento.

Además, entre las pilas de canastillas no hay espacio para la ventilación (figura 18b), lo que causa que la fruta incremente su temperatura, se aceleren los procesos de deterioro y, por ende, se reduzca su vida útil. La velocidad del deterioro depende de la temperatura que alcanza la fruta y del tiempo que permanece en estas condiciones.



Figura 18. Características de los vehículos utilizados para el transporte de la papaya. a. Tipo de vehículos utilizados; b. Detalle de la organización de la fruta sin estibas ni espacio entre las pilas.

A continuación, se presentan algunas recomendaciones para el transporte adecuado de la fruta:

- No permitir la mezcla de la papaya con compuestos agroquímicos u otros productos que representen un riesgo para la fruta. Si el vehículo ha sido utilizado para el transporte de otro tipo de elementos (figura 19a), es recomendable limpiarlo, desinfectarlo y eliminar posibles olores antes de cargar la fruta.

- Lavar y desinfectar previamente la carrocería y las botas de las personas que cargan el vehículo, ya que, de no hacerlo, los vectores de contaminación presentes en el calzado pueden ser transmitidos a las frutas (figura 19b), más aún si no se utilizan estibas. Además, se debe asegurar que las carrocerías están en buenas condiciones, para que no causen daños a la fruta, con elementos como hojas dobladas, levantadas o rotas, astillas o bordes cortantes, entre otros.



Figura 19. Otras causas de deterioro de la fruta en el vehículo de transporte. a. Transporte de otros productos; b. Trabajador con botas y fruta sin estibas en el vehículo.

- Verificar si la papaya será transportada sola o en conjunto con otros tipos de fruta, caso en el cual se debe revisar la compatibilidad de la carga. Al igual que en los puntos de acopio, la papaya no se debe transportar con frutas de alta producción de etileno, como la manzana, la uchuva o el maracuyá, dado que estas aceleran el proceso de respiración de la papaya y, por lo tanto, reducen su vida útil.

Recomendaciones para la recolección

Una vez que el personal, los implementos, el lote, los puntos de acopio y el transporte están listos, se puede dar inicio a la recolección, haciéndola de manera cuidadosa y organizada, para evitar causar daños a la fruta, como cortes, magulladuras o abrasión, entre otros. Para esta labor se recomienda:

- Cosechar en la mañana, en las horas más frescas del día. La baja temperatura propia de las primeras horas de la mañana, evita que la fruta se caliente y, por lo tanto, reduce la velocidad de deterioro.
- Hacerlo una vez que el rocío de la mañana ha desaparecido. Si la fruta se recoge húmeda, ya sea por el rocío o por lluvia, es necesario ventilarla para remover estas gotas de agua o humedad superficial que pueden favorecer el crecimiento de hongos y deteriorarla rápidamente.
- Cosechar cuando se cuente con una buena iluminación, pues esto favorece la inspección de la fruta para asegurar que cumple con los requisitos mínimos para su cosecha. La falta de homogeneidad en la madurez de las frutas en cada planta hace un poco difícil esta tarea, pues la posición de la fruta en el árbol puede afectar su coloración. Estas condiciones hacen necesaria esta recomendación, para poder observar bien la papaya y hacer una evaluación correcta de su estado de madurez.
- Seleccionar las papayas de acuerdo con las instrucciones dadas. Cuando se trate de exportación por vía marítima, se recomienda que la fruta sea de alrededor del 25 % de color amarillo (figura 20) (United States Department of Agriculture [USDA], Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], & Asociación de Productores y Comercializadores Hortofrutícolas de Colombia [Aprocol], 2010), y, en el caso de mercados más cercanos o nacionales, se puede recoger un poco más madura, con una coloración amarilla del 25 % al 40 %.
- Asegurarse de que se haya superado el tiempo de carencia de los fungicidas o insecticidas aplicados y que la fruta no presente residuos.





Figura 20. Papaya en estado de madurez de cosecha óptima para el mercado externo.



Figura 21. Cosecha de la papaya. a. Uso de navaja para la cosecha; b. Papaya sin signos de daño, gracias al uso del elemento de corte.

- Recolectar la fruta con herramientas de corte, como tijeras, cuchillo o navaja, bien afiladas, para no causar daño a la fruta o a la planta. La figura 21a muestra cómo se separa la papaya de la planta con un elemento de corte, mientras que la figura 21b presenta la fruta ya cosechada, sin ningún tipo de daño, gracias al uso de la herramienta bien afilada.
- Antes de cortar la fruta, desinfectar las tijeras o el elemento de corte en una solución de yodo agrícola (figura 22a), tiabendazol o hipoclorito al 0,1 %, para evitar la difusión de enfermedades si alguna planta está infectada. Con este fin, se puede llevar un frasco de solución desinfectante colgado al cinto (figura 22b), para limpiar periódicamente de la herramienta utilizada (figura 22c).



Figura 22. Desinfección de herramientas durante la cosecha de la fruta. a. Producto recomendado; b. Recipiente para llevar el producto y facilitar la desinfección del elemento de corte; c. Tijeras desinfectadas utilizadas durante la cosecha de papaya.

- Cortar el pedúnculo con una longitud de entre 1,0 cm y 1,5 cm (figura 23), ya que, cuando se deja muy largo, las frutas pueden causarse daño.



Figura 23. Corte del pedúnculo.

- Utilizar canastillas con perforaciones, para facilitar la ventilación.
- Recoger la papaya y disponerla en canastillas plásticas limpias, desinfectadas y en buen estado. Puede envolverse la fruta en mallalón o papel periódico nuevo, limpio y no impreso, y ubicarla de manera vertical, con el pedúnculo dirigido a la base del recipiente, como se observa en la figura 24. Si se usa superlón para recubrir la canastilla, se debe perforar, para no perder el efecto de ventilación de las ranuras.
- Es importante que no se corte ni se ubique fruta sana con la que se encuentra en mal estado en las canastillas, aún más si presenta podredumbre o daños por microorganismos, pues se diseminan rápidamente en toda la fruta cosechada.



Figura 24. Disposición de la papaya en la canastilla de recolección.

- Es importante no llenar demasiado las canastillas y transportarlas con cuidado, para evitar movimientos bruscos que deterioren la papaya. Cuando se llevan al hombro o apoyadas en la cadera (figuras 25a y 25b), el movimiento se transmite a la fruta, por lo cual se debe caminar y no correr, ni saltar. También existen carretillas o carros para el transporte de fruta (figura 25c), que pueden ser utilizados para recoger y transportar la papaya. Esto contribuye a evitar que entre en contacto con el suelo, a protegerla de los rayos del sol y de la lluvia, y a disminuir el esfuerzo físico, lo que no solo favorece la calidad de la fruta sino la salud del trabajador.
- Evitar el contacto directo de las canastillas con el suelo, para proteger la fruta de vectores de contaminación provenientes de este. Se pueden utilizar estibas, canastillas vacías o, por lo menos, materiales impermeables, para evitar el paso de la humedad y de otros contaminantes del suelo hacia la fruta (figuras 26a y 26b).
- Llevar la canastilla al punto de acopio en el lote (figura 26c), tan pronto como se alcance su capacidad máxima, sin llenarla en exceso, para protegerla de rayos solares, la lluvia, los animales, las plagas y los roedores, entre otras fuentes de deterioro.



Figura 25. Transporte de la papaya en la finca. a. Al hombro; b. Apoyada en la cadera; c. Carretilla propuesta para el transporte de fruta.

- Transportar la fruta en las primeras horas de la mañana o en la noche, cuando la temperatura ha descendido, aunque lo ideal sería utilizar carros refrigerados.
- No permitir que la fruta se transporte con otros productos que representen un riesgo, como compuestos agroquímicos u orgánicos, abonos, elementos varios o personal.
- Revisar que el carro no presente olores extraños provenientes de cargas anteriores, que cuente con ventilación, y que proteja la carga de los rayos solares, la lluvia y elementos contaminantes arrastrados por el viento.



Figura 26. Acopio de fruta en campo. a. Uso de estibas; b. Láminas plásticas para aislar las canastillas de la humedad y la contaminación provenientes del suelo; c. Cuarto de acopio de fruta en el lote.

- Cargar la fruta al vehículo con cuidado sobre estibas, y asegurarse de que la carga quede bien asegurada y que no se caerá ni presentará movimientos bruscos.
- Verificar que el vehículo que la transporta tenga buena amortiguación y que se conduzca con precaución, más aún si la carretera tiene muchas curvas o no está pavimentada.

En la figura 27 se resumen las recomendaciones para la preparación y la cosecha de la papaya.

Demanda	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los requisitos de la fruta exigidos por el mercado: volumen, grado de madurez, color, tamaño y presentación, teniendo en cuenta la distancia a la que se encuentra el mercado. • Determinar las características que debe tener la fruta al recolectarla, para que satisfaga los requisitos del mercado.
Visita al lote	<ul style="list-style-type: none"> • Estimar la cantidad de fruta disponible o que cumple con los requisitos para su cosecha. • Determinar la cantidad de personal necesario para la cosecha. • Calcular la cantidad mínima de insumos, dispositivos de protección, herramientas y elementos requeridos, como tijeras, guantes, desinfectantes y canastillas. • Prever cuántos sitios de acopio son necesarios y determinar su ubicación.
Capacitación del personal	<ul style="list-style-type: none"> • Convocar el personal e instruirlo sobre los requisitos que la fruta debe cumplir para cosecharla. • Capacitarlo acerca de la manera de recolectar la fruta para incrementar la eficiencia y reducir las causas de daño. • Educarlo sobre la importancia del manejo higiénico de la fruta: lavado periódico de las manos, o después de comer, estornudar y visitar el baño.
Alistamiento de herramientas	<ul style="list-style-type: none"> • Preparar las herramientas, elementos de protección, y demás insumos necesarios para llevar a cabo la recolección de la fruta. • Revisar que estén en buen estado: tijeras afiladas y canastillas no averiadas. • Lavar y desinfectar los elementos de corte, canastillas y guantes, entre otros.
Alistamiento del lote y las instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Extraer del lote los elementos que puedan causar algún accidente o contaminar la fruta, como recipientes vacíos, fruta en descomposición o fungicidas, entre otros. • Asear los puntos de acopio o almacenamiento. • Limpiar y desinfectar el lugar de acondicionamiento y todas las superficies que entren en contacto con la fruta.
Alistamiento del transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Lavar y desinfectar los vehículos de transporte, en especial las carrocerías. • Asegurarse de que estén en buenas condiciones, sobre todo en lo que se refiere a la amortiguación; y que no estén transportando otro tipo de productos, diferentes a alimentos, o que sean incompatibles con la papaya. • Cargarlo adecuadamente, permitiendo la ventilación entre las pilas, pero protegiéndolas de la lluvia y la exposición directa al sol.
Cosechar	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar la papaya que esté sana y con un grado de madurez equivalente al 25% de color amarillo. • Cosecharla con ayuda de unas tijeras previamente desinfectadas. • Cortar el pedúnculo con un máximo de 1,5 cm de longitud. • Envolverla en mallalón o papel periódico limpio y sin impresión. • Disponerla con cuidado, de manera vertical y con el pedúnculo apuntando a la base de la canastilla.

Figura 27. Actividades que deben considerarse en la planeación de la cosecha.

Fuente: Elaboración propia





Capítulo III

Pérdidas en la poscosecha

Una vez conocidos los aspectos básicos de fisiología en la poscosecha y los factores que afectan la calidad de la fruta, a continuación se presentan las principales causas de las pérdidas que se dan en la producción de papaya, con el fin de llamar la atención sobre ellas y aplicar las recomendaciones más apropiadas para reducirlas.

Las causas de deterioro de la calidad de la papaya se encuentran tanto en el manejo en la precosecha como en el manejo de la cosecha y la poscosecha. En el primer grupo existen factores asociados a condiciones edafoclimáticas, pero también a prácticas culturales como podas, fertilización, riego, y programas de control fitosanitario que hacen que la fruta sea más o menos sensible al daño (Kays, 1999).

Entre las principales causas de pérdidas de papaya en la poscosecha se encuentran las siguientes: selección deficiente del producto, que permite que se mezclen frutas sanas con aquellas que presentan ataque microbiológico, que pueden contaminar las demás frutas si no son retiradas o desinfectadas; producto en un estado de madurez que no corresponde a los requerimientos; uso de recipientes de recolección no adecuados, los cuales causan daño mecánico por compresión, impacto,

corte, punzones o abrasión, que facilitan la entrada de patógenos e incrementan la velocidad de deterioro de la fruta y la transmisión de enfermedades a frutos sanos; ausencia de puntos de acopio adecuados, por lo cual la fruta queda expuesta a condiciones extremas de temperatura y humedad durante tiempos prolongados, y contaminación de la fruta por almacenamiento con productos químicos o en cajas contaminadas, utilización de contenedores tratados con conservantes o condiciones sanitarias deficientes. Todas estas causas de daño están altamente relacionadas con la falta de capacitación del personal involucrado en el manejo de la fruta.

Los daños de origen mecánico y físico, como cortes, magulladuras y deshidratación, sumados a los derivados de exceso de madurez, son responsables del 30 % al 40 % de las pérdidas en la comercialización de la fruta. Sin embargo, el daño microbiológico o por podredumbre puede llegar a ser el responsable del 100 % de las pérdidas en la poscosecha (Bautista-Baños, Sivakumar, Bello-Pérez, Villanueva-Arce, & Hernández-López, 2013), si no hay un control fitosanitario exigente en la precosecha, y una buena selección y desinfección en la poscosecha.

Las pérdidas por podredumbre se reflejan principalmente en pudriciones superficiales, pedunculares o internas. Los principales hongos involucrados en la putrefacción de la fruta son *Colletotrichum gloeosporioides* (*Glomerella cingulata*), causantes de la antracnosis, el patógeno que más afecta a la papaya en el mundo (Bautista-Baños et al., 2013), y, por lo tanto, constituyen la principal limitación para el almacenamiento y el manejo en la poscosecha de esta fruta.

No obstante, también es atacada por *Fusarium* spp., *Alternaria solani*, *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium digitatum* y *Cercospora papayae*. Por otro lado, la pudrición del pedúnculo puede ser causada por hongos como *Botryodiplodia theobromae*, *Phomopsis caricae-papayae*, *Mycosphaerella* spp. y *Phytophthora* spp.

Por consiguiente, el control fitosanitario debe ser muy exigente y comenzar desde el cultivo, para reducir las causas de pérdida de fruta por hongos que se presentan desde la precosecha. Los hongos que provocan la pudrición de la fruta se conservan en hojas y tallos muertos (figura 28), y producen esporas que se esparcen entre los frutos en tiempos de lluvia (Rey, 1999; Acosta & León, 2003; Páez, 2003a).



Figura 28. Factores de la precosecha que se deben tener en cuenta entre las causas de pérdidas en la poscosecha de papaya.

Muchos de estos hongos infectan la fruta verde y permanecen inactivos en los tejidos hasta que encuentran las condiciones adecuadas de humedad y fuentes de nutrientes para desarrollarse, que la fruta madura ofrece. Por consiguiente, cuando la fruta alcanza este estado, los hongos se desarrollan rápidamente, y constituyen la principal causa de pérdidas en la poscosecha.

Esto obliga a aplicar medidas preventivas desde el cultivo, como el deshoje sanitario y el raleo de frutos (figura 29). El deshoje semanal, en el que se desprenden las hojas amarillas y secas, y la remoción de todo este material vegetal reducen sensiblemente el daño por antracnosis en la poscosecha.



Figura 29. Prácticas culturales que favorecen la sanidad de la fruta. a. Deshoje; b. Raleo de frutos y remoción del material residual del lote; c. Fumigación para prevenir la antracnosis.

En lo que respecta al raleo de frutos, es una práctica que consiste en entresacar frutos, con el fin de favorecer el desarrollo normal y asegurar la sanidad y calidad de los que permanecen en la planta. Evita la acumulación de humedad entre ellos y así logra reducir las condiciones favorables para la germinación y penetración de las conidias de *Colletotrichum gloeosporioides*.

La etapa inicial de floración de la papaya coincide con la época lluviosa, que, a su vez, favorece el desarrollo del hongo, por lo tanto, en ese momento la labor de deshoje se puede complementar con la aplicación de un fungicida sistémico y, después de dos semanas, con aspersiones de productos protectantes cada siete o diez días, si persisten las lluvias (Páez, 2003a; 2003b).

En la figura 29 se observan el deshoje (figura 29a) y el raleo de frutos, seguidos por la remoción de estos materiales del lote (figura 29b) y la fumigación (figura 29c), como tratamiento para reducir la presencia de inóculos que ocasionen antracnosis y otras enfermedades en la papaya (Páez, 2003a; 2003b).

Para el manejo de la antracnosis se recomienda la aplicación de fungicidas protectantes, como mancozeb u oxiclóruo de cobre, y sistémicos, como prochloraz, clorotalonil, maneb, benomilo y captan, entre otros (Bautista-Baños et al., 2013). Cuando los primeros frutos alcancen las seis semanas de desarrollo, se deben suspender las aplicaciones de cualquier fungicida.

Considerando las grandes pérdidas que estas enfermedades causan en la poscosecha, los estudios que buscan alternativas para controlarlas son extensos, pero aún no existe un tratamiento o una solución definitiva para su control.

Entre los tratamientos estudiados y que siguen bajo evaluación se encuentran: uso de ceras combinadas con fungicidas; aplicación de tratamientos con calor; irradiación; microorganismos antagonistas; compuestos naturales, como quitosán, extractos, aceites esenciales o isotiocianatos; aplicación de sales orgánicas y minerales; atmósferas modificadas y controladas, y uso de ozono y volátiles como el metilciclopropeno (Pimentel & Walder, 2004; Capdeville et al., 2007; Hewajulige et al., 2007; Shi, Liu, Li, Feng, & Chen, 2010; Singh, 2010; Hewajulige & Wijeratnam, 2010; Martins et al., 2010; Ramos-García et al., 2010; Marpudi, Abirami, Pushkala, & Srividya, 2011; Maqbool et al., 2011; Diczbalis, Stice, & Tora, 2012; Bautista-Baños et al., 2013).

Entre los más utilizados se encuentran el uso de ceras con fungicidas y los tratamientos térmicos. Estos últimos han sido ampliamente estudiados, no solo en lo que se refiere a su aplicación en la poscosecha, sino también por el efecto de la temperatura durante la precosecha. Se ha encontrado que la temperatura que alcanza la pulpa en precosecha juega un papel importante en la calidad y resistencia de la fruta a tratamientos térmicos y daños por frío, entre otros beneficios (Woolf & Ferguson, 2000).

El tratamiento térmico ha sido implementado en Estados Unidos, donde se elaboró un plan de certificación para la exportación de papaya a su país (USDA, ICA, & Aprocol, 2010). En él se especifican las condiciones para esta especie y, aunque el procedimiento está orientado al control de antracnosis y otras enfermedades en la poscosecha, también es efectivo para el control de la mosca de la fruta, ya que elimina sus huevos.

El método consiste en someter la papaya (con un 25 % de color amarillo) a un baño de agua caliente, a 49 °C durante 20 minutos. Debe complementarse con la posterior aplicación de fungicida, entre los que se encuentran aquellos del grupo de los benzimidazoles (tiabendazol y benomilo), el imidazol (prochloraz), el etileno y el bisditiocarbamato (mancozeb, maneb). Otros fungicidas registrados pertenecen a los grupos de las estrobilurinas (azoxistrobina) y de los benzonitrilos (clorotalonil). Entre ellos, el único que no está registrado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) es el benomilo. La eficacia de estos productos depende de la dosis aplicada, el grado de madurez de la fruta, la sensibilidad de los hongos que se busca combatir y el tiempo de exposición.

La baja temperatura es otro tratamiento térmico que logra reducir la velocidad de deterioro de la fruta, al disminuir la tasa de respiración y la velocidad de multiplicación de los hongos y los demás patógenos que atacan la papaya, pero no los elimina. Esto causa que el hongo se desarrolle rápidamente cuando la cadena de frío se rompe, al llegar a los supermercados, donde se exhibe a temperatura ambiente. Por lo tanto, el manejo de la papaya a baja temperatura y el almacenamiento refrigerado no son garantías de que el fruto no se deteriorará por daño microbiológico al ser expuesto a la temperatura ambiente.

De acuerdo con lo anterior, la reducción de pérdidas en la poscosecha exige un plan de manejo integral, que involucre medidas preventivas, como el manejo cultural, con podas fitosanitarias, deshoje, raleo y manipulación cuidadosa durante la cosecha y la poscosecha, para reducir al máximo cualquier tipo de daño físico o mecánico, como ablandamiento, deshidratación, cortes, magulladuras o abrasión, los cuales reducen la calidad visual de la fruta, favorecen la entrada y desarrollo de hongos, y aceleran los procesos de respiración, lo que lleva a la fruta rápidamente a la senescencia.

De este modo, la manipulación cuidadosa, el acondicionamiento y el almacenamiento a baja temperatura son prácticas de prevención que pueden ayudar a reducir el riesgo de desarrollo de podredumbres; mientras que los tratamientos con vapor o agua caliente, así como los de aplicación de fungicidas, por lo general son medidas correctivas que, en conjunto con las preventivas, buscan reducir al máximo las pérdidas en la poscosecha y garantizar la calidad de la fruta durante tiempos prolongados.

En el siguiente capítulo se describen las principales operaciones de acondicionamiento, que buscan contribuir a esta disminución de pérdidas, prolongando la vida útil de la fruta, lo que genera un mayor valor.





Capítulo IV

Acondicionamiento, almacenamiento y transporte

El acondicionamiento de la papaya se da desde que se recibe la fruta en el centro o punto de acondicionamiento hasta que se empaca para transportarla a los lugares de destino. En la figura 30 se pueden observar las diferentes etapas de acondicionamiento de la papaya.



Figura 30. Diagrama de operaciones para el acondicionamiento, almacenamiento y transporte de la papaya.

Fuente: Elaboración propia

El acondicionamiento de la fruta requiere una programación detallada, para que se lleve a cabo sin contratiempos que puedan causar retrasos en el proceso o pongan en riesgo su calidad. Es indispensable establecer la cantidad de personal que se necesita para esta actividad y, al igual que en la cosecha, se deben preparar las instalaciones, equipos, herramientas y demás elementos necesarios para desarrollarla de manera eficiente.

Durante el acondicionamiento, almacenamiento y transporte de la fruta se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El agua que entre en contacto con la fruta debe ser potable.
- Todos los operarios que la manipulen deben ser instruidos y capacitados en cada una de las labores que desarrollen, así como en la importancia del manejo higiénico, sanitario y cuidadoso de la fruta.
- Es necesario que las áreas de trabajo estén claramente delimitadas y que los trabajadores las respeten. No se debe permitir el paso de zonas húmedas hacia zonas secas, ni de aquellas donde se llevan a cabo las operaciones iniciales hacia las zonas donde se encuentra el producto terminado, pues esto puede ocasionar contaminación cruzada.
- Todas las herramientas, elementos y equipos que entren en contacto con la fruta deben estar en perfecto estado mecánico e higiénico. Es indispensable que sean de fácil limpieza y desinfección; inertes, para no generar ninguna reacción ni con la fruta ni con los insumos (desinfectantes, ceras, fungicidas) utilizados durante su acondicionamiento; y, finalmente, no deben retener humedad, pues esta favorece el desarrollo de hongos.

En la figura 31a se pueden ver las mesas de acondicionamiento de la papaya en madera, en las que se observa acumulación de suciedad y formación de focos de contaminación (figura 31b) que pueden diseminar enfermedades en la fruta.





Figura 31. Mesas de acondicionamiento en madera. a. Utilizadas en el secado o el escurrido de la papaya; b. Sucias y con formación de focos de contaminación.

Recepción

La fruta debe ser recibida, registrada y trasladada pronto a un lugar fresco, limpio y protegido de condiciones adversas de clima o de fuentes potenciales de contaminación, mientras inicia el proceso de acondicionamiento. Aunque la figura 32 es un buen ejemplo de estos lugares de recepción, en las plantas de acondicionamiento sería más adecuado si la fruta se apilara sobre estibas y no directamente sobre el piso.

La recepción de la fruta comienza con el registro del nombre del productor, la finca, el lote, el día de recolección, la fecha y la hora de recepción, el peso, el calibre, las características de calidad, y toda la información necesaria para determinar la trazabilidad de la fruta.

Las condiciones de almacenamiento y transporte (el tiempo, la temperatura y la humedad relativa a las cuales ha estado expuesta la fruta desde la cosecha) también deberían ser monitoreadas, pues son elementos importantes para estimar la vida útil de la papaya y plantear un protocolo adecuado de manejo.

El proceso de acondicionamiento debe iniciar pronto o, de lo contrario, es necesario almacenarla a una temperatura entre 10 y 12 °C, en cuartos previamente desinfectados y exclusivos para el almacenamiento de la papaya. Si se va a almacenar con otras frutas, es indispensable asegurarse de que sean compatibles en cuanto a la producción y sensibilidad al etileno, la temperatura y la humedad relativa.



Figura 32. Recepción de la fruta en el centro de acondicionamiento y empaque.

Selección

En el centro de acondicionamiento se realiza una segunda selección (figura 33), para tener seguridad de que no hay fruta en mal estado, que pueda contaminar el resto del lote, o que no cumpla las características mínimas establecidas por el mercado. Esta selección complementa la que se realiza en el momento de la cosecha.



Figura 33. Selección de la papaya. a. En la finca; b. En el centro de acondicionamiento.

Esta selección debe ser exigente, para buscar y retirar las papayas que no estén completamente sanas, que tengan olores extraños, cortes, magulladuras, podredumbre o cualquier síntoma o tipo de daño que demerite su calidad y afecte su inocuidad.

Lavado

Con esta operación se busca retirar el material, la suciedad o los elementos ajenos a la fruta que puedan venir adheridos a ella, ya que, además de reducir la efectividad de los tratamientos de desinfección, son portadores de microorganismos patógenos para el fruto.

Aunque la papaya se encuentre siempre alejada del suelo, puede tener adherida tierra que el aire transporta, o residuos de cosecha o del deshoje. El lavado con agua fría tiene otra ventaja importante, pues, al reducir su temperatura, se disminuye la velocidad de respiración y, con ello, se hace más lento el proceso de deterioro.

Con ese fin, la papaya se puede sumergir en agua fría con jabón (2,5 ml de detergente industrial o para platos por litro de solución) durante tres minutos, asegurándose de que el líquido alcance toda la superficie del fruto. La papaya flota en el agua y deja cerca del 30 % de su superficie fuera del agua, lo que obliga a agitar el tanque para asegurar que toda la superficie de la fruta quede tratada (figura 34).



Figura 34. Lavado de la papaya.

Se recomienda la adición de hipoclorito de sodio al 0,1 % (1 ml por cada litro de agua) al líquido de lavado. Sin embargo, si se tienen soluciones del producto comercial, cuya concentración es del 5 %, la solución de lavado se prepara con 20 ml en un litro de agua.

Los tanques plásticos, como el mostrado en la figura 34, pueden ser una buena opción para estas operaciones de lavado y desinfección, aunque en el manejo de alimentos se recomienda el uso de acero inoxidable.

Enjuague

Una vez que la papaya está limpia, se pasa de los tanques de lavado a los de agua potable, con el fin de retirar los residuos de detergente que hayan quedado, y que puedan reducir la efectividad del desinfectante (figura 35a).

Desinfección

Cuando se ha removido toda la suciedad que pudiera traer adherida, la papaya es sumergida en un tanque con una mezcla de sales orgánicas (carbonatos de calcio, de sodio y de amonio) al 0,1 % o con cualquiera de los desinfectantes aprobados por la EPA, como tiabendazol, mancozeb o clorotalonil (figura 35b). La papaya se deja durante tres minutos en esta solución, girándola con cuidado, para asegurarse de que toda la superficie de la papaya sea lavada y desinfectada. Después de esta fase, la manipulación exige un mayor cuidado, pues, si se contamina de nuevo, ya no hay ninguna etapa que corrija este problema. Por lo tanto, es recomendable que el personal utilice guantes, tapabocas y, de ser posible, cofia.



Figura 35. Acondicionamiento de la papaya. a. Enjuague; b. Desinfección.

Si la papaya se va exportar a Estados Unidos, es imprescindible hacer un tratamiento térmico, para controlar la antracnosis y la mosca de la fruta, pero se debe complementar con fungicidas. Esta actividad consiste en una inmersión inicial de la fruta en agua, a 42 °C y durante 30 minutos, pasándola luego a otro tanque con agua a 49 °C, donde la fruta debe permanecer otros 20 minutos. El tiempo que transcurre entre la primera y la segunda inmersión no debe exceder los 3 minutos. Este tratamiento se aplica en frutas cosechadas antes de llegar al estado de madurez del 25 % de color amarillo y durante las primeras 18 horas después de la cosecha. Luego se puede secar y aplicarle una cera con fungicida.

Secado

La papaya no se debe empacar húmeda (figura 36a), ya que puede facilitar el desarrollo de podredumbres, pues, por tratarse de una fruta rica en azúcares y con alta humedad, los hongos encuentran las condiciones ideales para su desarrollo. Por lo tanto, es imprescindible asegurarse de que la superficie de la fruta no presenta acumulación de humedad, en especial alrededor del pedúnculo. Con este fin, se puede dejar escurrir, sobre una estructura de superficie blanda y perforada (figura 36b), que facilite la eliminación del agua.



Figura 36. Remoción de la humedad residual durante el acondicionamiento. a. Práctica inadecuada: papaya húmeda envuelta en papel; b. Escurrido y secado de la papaya.

También se puede utilizar ventilación forzada para acelerar el secado, teniendo cuidado de no deshidratarla al utilizar flujos de aire y temperaturas altas por tiempos prolongados. En caso de que aún exista humedad acumulada alrededor del pedúnculo, es recomendable secarla con un paño limpio y desinfectado.

Clasificación

Los frutos ya limpios y desinfectados se clasifican de acuerdo con sus características de calidad y calibre. La papaya de exportación debe ser de calidad superior, es decir,

fresca, firme, sana, con formas típicas de la variedad, sin defectos que demeriten su apariencia o afecten su calidad y vida útil. También debe estar exenta de humedad y en ningún caso la pulpa se puede ver afectada.

En la piel se admiten daños, siempre y cuando no superen el 5 % del área superficial de la fruta. Estos daños pueden ser físicos, como decoloración, manchas de látex, quemaduras por el sol y cicatrices por el roce con las hojas; mecánicos, como cortes, magulladuras y abrasión, o biológicos, causados por plagas y enfermedades. Por otro lado, la papaya de primera calidad admite hasta el 10 % de los defectos ya descritos.

En cuanto a la forma y el peso, estas dependen de la variedad; para la Tainung de exportación se buscan papayas de forma alargada y con un peso de alrededor de 1.200 gramos; una coloración amarilla de entre el 25 % y el 40 % de su superficie; mientras que, para el mercado de Estados Unidos, se recomienda que la coloración amarilla no exceda el 25 % de la piel.

Empaque

Una vez que la papaya está lista, se lleva a la sección de empaque. Hay diferentes opciones (Chonhenchob & Singh, 2005), pero la más común, que ha presentado resultados favorables protegiendo la fruta del daño mecánico, es el uso del mallalón (figura 37), pues amortigua los golpes y evita la abrasión o pérdida de piel por el roce entre las frutas durante los procesos de transporte, carga y descarga.



Figura 37. Malla de polietileno expandido (mallalón) para el empaque y la comercialización de la papaya.

Protegida de este modo, la papaya se pone en bolsas plásticas, que la protegen de la deshidratación y del daño mecánico, pues no le permite moverse fácilmente, la aíslan de posibles patógenos en el ambiente, y le proporcionan condiciones que favorecen su maduración lenta y controlada, a causa del microambiente que crea la bolsa. Todo esto contribuye a la conservación de la fruta y a la extensión de su vida útil.

Este empaque puede consistir en una doble bolsa de polietileno con un tamaño diferente de perforación. La interna puede tener perforaciones macro de 3 o 4 mm de diámetro, y la externa, microperforaciones de 1 mm, distribuidas cada 3 cm. Otra opción es el uso de bolsas especiales, conocidas comercialmente como Xtend (figura 38).



Figura 38. Empaque de la papaya. a. Doble bolsa plástica, con diferentes grados de perforación; b. Xtend (bolsa especial con permeabilidad para CO_2 y O_2); c. Papel periódico, para protegerlas del rozamiento entre ellas.

En estas bolsas se empacan cinco o seis papayas, dependiendo del peso y el tamaño, dejando cerca del 50 % del volumen de la bolsa libre. A su vez, estas bolsas se ponen en una caja (figura 39a) o bandeja (figura 39b) de cartón resistente, para su almacenamiento y comercialización. Estas cajas o bandejas deben resistir carga y descarga, apilamiento, vibración por conducción por carreteras destapadas, y alta humedad propia del almacenamiento y transporte.



Figura 39. Empaques utilizados para la exportación de papaya. a. Cajas; b. Bandejas.

Para el transporte marítimo se utilizan estibas de 120 cm x 100 cm; mientras que en el aéreo son de 80 cm x 120 cm. Por lo tanto, las cajas que se utilicen para la comercialización de la fruta deben tener dimensiones que se ajusten a estas medidas, con el fin de construir palés más estructurados, así como facilitar y optimizar el tiempo en los puertos durante la carga y descarga del producto.

Etiquetado

Las cajas deben ir identificadas con el nombre del producto, la variedad, el peso neto, el calibre o número de unidades, el nombre y dirección del exportador, el país de origen, el registro ICA y el código de trazabilidad.

Paletización

Una vez que el producto está empacado, se arman los palés, cuyo tamaño ya está estandarizado en 120 cm x 80 cm para transporte aéreo, y 120 cm x 100 cm para el marítimo. Los palés deben permanecer en un lugar fresco, aislados de cualquier fuente de contaminación, con acceso solo al personal autorizado hasta el momento de su despacho. Las cajas deben quedar perfectamente apiladas, para soportar el peso de las demás y evitar el daño por exceso de presión de las cajas superiores (figura 40).



Figura 40. Daños de la fruta por un inadecuado ensamble de los palés. a. Construcción del palé; b. Estado de los palés después del transporte al puerto; c) Cajas rotas por paletizado inadecuado.



Capítulo V

Transporte al puerto

Es indispensable que este transporte sea refrigerado (figura 41), ya que la baja temperatura favorece la conservación de la fruta, al retrasar los procesos fisiológicos de respiración y transpiración y, con ello, la reducción de la velocidad de maduración y la senescencia de la fruta; además de contribuir al control del desarrollo de hongos. Todas estas condiciones se reflejan en un mayor tiempo de vida útil de la papaya.





a



b

Figura 41. Transporte refrigerado al puerto. a. Carga de palés de fruta; b. Vehículos del tipo Thermo King para transportar frutas y hortalizas.

El transporte refrigerado y, en general, el mantenimiento de la cadena de frío, son factores clave en el mantenimiento de la calidad de la papaya. Tanto en los vehículos de transporte como en los cuartos de almacenamiento el control de las condiciones debe ser preciso.

Se requiere que los vehículos destinados a este fin presenten características que contribuyan a mantener la calidad de la fruta por mayor tiempo. A continuación, se listan algunas de las más importantes:

- Es recomendable que los vehículos de transporte sean refrigerados, para impedir que la fruta sea sometida a altas temperaturas o a cambios bruscos a lo largo de la ruta. Si no se cuenta con vehículos refrigerados, es importante mantener ventilada la papaya para retirar el calor y los gases de respiración, que aceleran el deterioro; sin embargo, se debe cuidar que el flujo de aire no cause la deshidratación de la fruta.
- La temperatura de la papaya durante el transporte debe ser estable, pues los cambios ocasionan condensación del vapor (figura 42) que favorece el deterioro, principalmente por microorganismos (Nunes, Emond, & Brecht, 2006). Es indispensable que esta temperatura se encuentre entre los 10 °C y los 12 °C.
- Una vez que el vehículo ha sido lavado, desinfectado, ventilado y se verifique que se encuentra en buenas condiciones mecánicas, es recomendable que sea preenfriado, con el fin de que la temperatura no se incremente demasiado cuando se introduzca la fruta, sino que se alcance rápidamente el nivel requerido.
- Evitar que en el mismo vehículo se compartan espacios con otro tipo de elemento que represente un riesgo para la fruta, por transferencia de olores o de residuos tóxicos de sustancias químicas. Si la papaya se transporta con otros productos hortofrutícolas, es necesario verificar que sean compatibles en cuanto a la emisión y susceptibilidad al etileno, así como a los requerimientos de temperatura y humedad relativa para su almacenamiento.
- Durante el transporte, la temperatura de la fruta debe ser estable, pues los cambios ocasionan condensación del vapor (figura 42), que favorece el deterioro, principalmente por microorganismos (Nunes, Emond, & Brecht, 2006). Es indispensable que esta temperatura se encuentre entre los 10 °C y los 12 °C.
- El cargue al vehículo se debe hacer de manera cuidadosa pero rápida, para evitar que la fruta se exponga durante tiempos prolongados a condiciones adversas, como altas temperaturas o lluvia.
- La carrocería de los vehículos de transporte debe contar con ranuras en el piso de alrededor de 5 cm de alto; y disponer las canastillas sobre estibas, con el fin de favorecer la ventilación de la carga, y evitar el incremento de la temperatura y la acumulación de etileno y los demás gases de respiración que aceleran la maduración y reducen la vida útil de la fruta.



Figura 42. Condensación de agua dentro del empaque.

- Durante el transporte, se debería contar con registrador de humedad y temperatura (*datalogger*), de manera que pueda hacerse un seguimiento a las condiciones en el recorrido, desde el despacho en el centro de acondicionamiento hasta el puerto de embarque.







Capítulo VI

Carga del contenedor

Debido a que es imprescindible que la cadena de frío no se rompa, la transferencia de la fruta del camión refrigerado a los contenedores finales debe hacerse a la misma temperatura en que se ha transportado (10 °C a 12 °C). En los puertos existen cuartos fríos y contenedores de transferencia especialmente diseñados para facilitar esta tarea.

Al igual que el vehículo de transporte, el contenedor debe ser lavado y desinfectado previamente, y los olores provenientes de cargas anteriores o de los insumos utilizados para su limpieza y desinfección también deben ser removidos. Es indispensable que se garantice que la fruta esté protegida de roedores, insectos y otras fuentes de contaminación.

La carga debe estar ventilada y se debe distribuir dejando espacios entre las pilas, las paredes y el techo, de manera que el aire pueda alcanzar todos los puntos de la cámara y evitar así la formación de focos de temperatura, de acumulación de etileno o de gases de respiración que aceleren los procesos de deterioro y pongan en riesgo toda la carga.





Figura 43. Revisión de la unidad de narcóticos en el puerto de salida. a. Apertura del contenedor por parte de la policía; b. Toma de bandeja para inspección; c. Inspección de la bandeja de fruta.

La humedad relativa se debe controlar y mantener entre el 85 % y el 90 % para evitar la proliferación de hongos sin deshidratar la fruta. Es imprescindible que el contenedor esté equipado con un registrador de temperatura y humedad relativa que permita hacer un seguimiento a las condiciones de la carga a lo largo del viaje. El registrador se debe programar para que haga mediciones cada hora y las puertas se deben cerrar, para asegurarse de que el contenedor quede herméticamente cerrado.

La inspección de narcóticos se puede realizar en el contenedor de transferencia, para no romper la cadena de frío, pues los cambios de temperatura generan un riesgo de deterioro de la papaya. Los pasos que se siguen durante la inspección se observan en la figura 43.





Conclusiones y recomendaciones

La papaya es una de las frutas tropicales más comercializadas en el mercado internacional, con una participación de cerca de 12,4 millones de toneladas en 2013. Colombia contribuye con el 1,5% de la producción mundial y, aunque sus exportaciones son mínimas, puede llegar a incursionar en el mercado global, pues, siendo México el principal exportador, participa con solo el 4,4% de la producción mundial.

De hecho, el Programa de Transformación Productiva (PTP) ya identificó la papaya como una de las cadenas con mayor potencial para impulsar el crecimiento y desarrollo socioeconómico del país, pero resalta la necesidad de acompañamiento tecnológico en las diferentes etapas de producción y distribución de la fruta, con el fin de garantizar la entrega de un producto de óptima calidad, de acuerdo con los requisitos del mercado.

La cosecha y la poscosecha cumplen una función importante en esta tarea de aseguramiento de la calidad de la fruta, así como en la generación de valor en la cadena. Estas operaciones deben ser debidamente planificadas, para que logren un mayor rendimiento, y, por consiguiente, elevar la generación de valor y el porcentaje de fruta de excelente calidad.

La planificación implica conocer perfectamente qué requiere el mercado, cómo y cuándo. Con esta información, se hace la planificación del personal, los materiales y los demás elementos o insumos que se puedan necesitar para la cosecha y poscosecha.

El alistamiento del personal implica su capacitación sobre las características de la fruta que se va a cosechar y la metodología o manera correcta de hacerlo; acerca del uso de recipientes adecuados; respecto a los riesgos de daño de la fruta por manipulación inadecuada, como cortes, abrasión, magulladuras por compresión o impacto, por asirla con fuerza o disponerla de manera brusca en el recipiente de cosecha, o utilizar herramientas en malas condiciones, como tijeras sin filo o canastillas rotas; sobre el efecto de la exposición de la fruta a altas temperaturas y lluvia por tiempos prolongados, entre otros aspectos. También es importante instruirlos en lo que se refiere al manejo higiénico de la fruta, para reducir al máximo las causas de deterioro por factores biológicos que pongan en riesgo la calidad e inocuidad de la fruta. La preparación de los materiales no implica solo su lavado y desinfección, sino asegurarse de que se cuenta con la cantidad necesaria y que están en buen estado físico-mecánico.

En función de las características del mercado al cual va dirigida la fruta (distancia, requisitos, ruta), se determina el estado de madurez en el que se debe cortar, y se planean las labores de acondicionamiento, empaque, almacenamiento y transporte, de modo que garantice que el producto llegue al mercado de destino y satisfaga sus requisitos.

En el momento de la cosecha, es importante utilizar elementos de corte bien afilados, desinfectados periódicamente, con el fin de evitar la propagación de enfermedades en el lote. La fruta se debe asir y manipular con cuidado, tanto en la cosecha como durante el acondicionamiento, para no causarle daños mecánicos, como magulladuras, cortes u otro tipo de daño que deteriore la calidad de la fruta y se convierta en una puerta de entrada de enfermedades.

Es importante contar con puntos de acopio temporal en campo, con las condiciones mínimas de pisos, puertas, techos y ventilación, que reduzcan la exposición de la fruta a altas temperaturas durante tiempos prolongados, a la lluvia o a vectores de contaminación presentes en el suelo o transportados por el aire. La temperatura acelera procesos fisiológicos como la respiración, que conduce a la rápida maduración y senescencia de la fruta; y la humedad favorece el desarrollo y crecimiento de hongos.

La exportación de papaya a Estados Unidos, el principal importador, requiere en el acondicionamiento de un tratamiento térmico, que consiste en someter la fruta (con un 25 % de coloración amarilla) a un baño de agua caliente a 49 °C durante 20 minutos y posteriormente aplicar un fungicida.

Aunque todas las operaciones de acondicionamiento juegan un papel importante en el mantenimiento de la calidad de la fruta, la selección es una de las actividades clave, en especial en el control de la difusión de enfermedades en la fruta cosechada. Si esta actividad no se realiza apropiadamente, una fruta con síntomas de daño biológico puede convertirse en un foco de dispersión de enfermedades a las demás.

La temperatura se debe mantener baja y estable pues las fluctuaciones pueden causar la condensación de la humedad, con el consecuente riesgo de deterioro de la fruta provocado por el desarrollo de hongos.

Es imprescindible seguir llevando a cabo investigaciones en tratamientos de desinfección de la papaya, para exportar por vía marítima hacia mercados distantes, pues la experiencia de algunos exportadores indica que en el puerto de destino aún se observa el desarrollo de hongos en algunas frutas.

El empaque cumple un papel muy importante, ya que capta la atención del consumidor; exhibe la fruta; favorece su venta; facilita su trazabilidad; la protege de las diferentes causas de daño mecánico (cortes), físico (deshidratación) y fisiológico (respiración); transfiere un mayor valor al producto y facilita su comercialización. Por tales razones, su selección se debe realizar de manera cuidadosa.

Aunque el país presenta aún brechas tecnológicas, estas se pueden superar, y aprovechar el potencial que ha sido identificado por el PTP para la incursión de esta cadena en el mercado internacional, con los consecuentes beneficios para sus integrantes, así como convertirse en un ejemplo para impulsar el desarrollo frutícola del país.





Los autores

María Cristina García Muñoz

mcgarcia@corpoica.org.co

Ingeniera química de la Universidad Nacional de Colombia, MSc en Tecnología de Alimentos de la Universidad de Wageningen, Holanda, con énfasis en desarrollo de procesos y productos; PhD de la Universidad de Montpellier SupAgro, con énfasis en biotecnología y microbiología. Ha trabajado en el manejo de la cosecha y la poscosecha de mora, uchuva, lulo, tomate de árbol, granadilla, bananito, pitaya, gulupa y papaya; en procesos de mejoramiento para el beneficio de la caña panelera y el cacao; y en estudios de metabolómica para el aprovechamiento de los compuestos funcionales presentes en la mora. Actualmente es la encargada del Programa de Procesos Agroindustriales y líder del Macro de Mora de la Red de Frutales de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Además, es la presidenta del Comité Técnico de Normalización de Frutas, Hortalizas y Tubérculos Frescos.

Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray

grodriguez@corpoica.org.co

Ingeniero agrónomo y economista de la Universidad Nacional de Colombia y MSc en Economía de la Universidad de los Andes. Investigador de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), en áreas de agroeconomía y agroindustria, con énfasis en análisis de sistemas de agricultura familiar

y agroindustria rural que involucran la valorización de productos del agro mediante procesos de acondicionamiento y transformación. Obtuvo el Premio Nacional en Ciencias, de la Fundación Alejandro Ángel Escobar, por sus trabajos de investigación y transferencia de tecnología a la agroindustria panelera (azúcar artesanal de caña y una mención honorífica por sus investigaciones para el rescate y valorización de la achira (*Canna edulis*), especie autóctona de origen andino. En alianza con grupos de investigación latinoamericanos y europeos, ha contribuido al concepto y el enfoque de los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL) como estrategia viable para el desarrollo rural, en territorios campesinos de los países de menor desarrollo relativo. Actualmente, es miembro del Comité Científico de la Red de Raíces y Tubérculos de Corpoica y recientemente fue elegido Coordinador de la Red SIAL Americana.







Referencias

- Acosta, N., & León, G. A. (2003). *Enfermedades y plagas de la papaya. Guía ilustrada*. Villavicencio, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), CI La Libertad.
- Arpaia, M. L., & Kader, A. A. (1997). *Papaya: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality*. Recuperado de <http://postharvest.ucdavis.edu/files/259431.pdf>
- Bautista-Baños, S., Sivakumar, D., Bello-Pérez, A., Villanueva-Arce, R., & Hernández-López, M. (2013). A review of the management alternatives for controlling fungi on papaya fruit during the postharvest supply chain. *Crop Protection*, 49, 8-20.
- Capdeville, G., Souza, M. T., Santos, J. R. P., Miranda, S. P., Caetano, A. R., & Torres, F. A. G. (2007). Selection and testing of epiphytic yeasts to control anthracnose in post-harvest of papaya fruit. *Scientia Horticulturae*, 111(2), 179-185.
- Chonhenchob, V., & Singh, S. P. (2005). Packaging performance comparison for distribution and export of papaya fruit. *Packaging Technology and Science*, 18(3), 125-131. doi:10.1002/pts.681
- Diczbalis, Y., Stice, K., & Tora, L. (2012). *An evaluation of post-harvest treatments for the control of post-harvest rots in export papaya from Fiji*. Nadi, Fiyi: Fiji Papaya Project.
- Gallo, F. (1996). *Manual de fisiología, patología post-cosecha y control de calidad de frutas y hortalizas*. Armenia, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
- Grupo LKS, Asociación Hortifrutícola de Colombia (Asohofrucol), & Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola (FNFH). (2013). *Plan de negocios de papaya*. Bogotá, Colombia: Grupo LKS, Asohofrucol, FNFH.
- Hewajulige, I. G. N., & Dhekney, S. A. (2016). Papayas. En Elsevier, *Reference Module in Food Science. Encyclopedia of Food and Health*. Waltham, EE. UU.: Elsevier.
- Hewajulige, I. G. N., & Wijeratnam, S. W. (2010). Alternative postharvest treatments to control anthracnose disease in papaya during storage. *Fresh Produce*, 4(1), 15-20.

- Hewajulige, I. G. N., Sivakumar, D., Sultanbawa, Y., Wilson Wijeratnam, R. S., & Wijesundera, R. L. C. (2007). Effect of chitosan coating on the control of anthracnose and overall quality retention of papaya (*Carica papaya* L.) during storage. *Acta Horticulturae*, 740, 245-250.
- Jung Chen, N., Manenoi, A., & Paull, R. E. (2007). Papaya postharvest physiology and handling. Problems and solutions. *Acta Horticulturae*, 740, 285-293.
- Kader, A. A. (Ed.) (2002). *Postharvest technology of horticultural crops*. Davis, EE. UU.: University of California.
- Kays, S. J. (1999). Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3), 233-247.
- Kitinoja L., & Kader A. A. (2002). *Small-scale postharvest handling practices: A manual for horticultural crops* [Recurso electrónico]. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/009/ae075e/ae075e00.htm>
- Krongyut, W., Srilaong, V., Wongs-Aree, C., Uthairatanakij, A., & Kanlayanarat, S. (2008). Physiological and quality changes in different parts of 'Red Maradol' papaya during postharvest period. *Acta Horticulturae*, 804, 363-366.
- Maqbool, M., Ali, A., Alderson, P. G., Muda Mohamed, M. T., Siddiqui, Y., & Zahid, N. (2011). Postharvest application of gum arabic and essential oils for controlling anthracnose and quality of banana and papaya during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 62(1), 71-76.
- Marpudi, S. L., Abirami, L. S. S., Pushkala, R., & Srividya, N. (2011). Enhancement of storage life and quality maintenance of papaya fruits using *Aloe vera* based antimicrobial coating. *Indian Journal of Biotechnology*, 10(1), 83-89.
- Martins, D. M. S., Blum, L. E. B., Sena, M. C., Dutra, J. B., Freitas, L. F., Lopes, L. F., ... & Dianese, A. C. (2010). Effect of hot water treatment on the control of papaya (*Carica papaya* L.) postharvest diseases. *Acta Horticulturae*, 864, 181-185.
- Nunes, M. C. N., Emond, J. P., & Brecht, J. K. (2006). Brief deviations from set point temperatures during normal airport handling operations negatively affect the quality of papaya (*Carica papaya*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 41(3), 328-340.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación la Agricultura (FAO). (2017). *Crops*. Recuperado de <http://faostat3.fao.org>
- Páez, A. (2003a). Deshoje, raleo de frutos y raleo de plantas enfermas: estrategias de manejo sanitario en papaya. En A. Páez (Ed.), *Seminarios participativos en agronomía y manejo sanitario de la producción y poscosecha de la papaya*

- (pp. 51-54). Valledupar, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (Pronatta).
- Páez, A. (2003b). *Tecnologías sostenibles para el manejo de la antracnosis en papaya y mango*. Recuperado de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6397/1/20051129151746_TECNOLOG%C3%8DAS_SOSTENIBLES_PARA_EL_MANEJO_DE.pdf
- Parra, C. A., & Hernández, H. J. (1997). *Fisiología poscosecha de frutas y hortalizas*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Pimentel, R. M. A., & Walder, J. M. M. (2004). Gamma radiation in papaya harvested at three stages of maturation. *Scientia Agricola*, 61(2), 146-150.
- Ramos-García, M., Bautista-Baños, S., Troncoso-Rojas, R., Bosquez-Molina, E., Alia-Tejacal, I., Guillén-Sánchez, D., & Gutiérrez-Martínez, P. (2010). Papaya postharvest handling in Mexico: use of chitosan and isothiocyanates to control postharvest diseases. *Fresh Produce*, 4(1), 21-28.
- Rey, V. (1999). Enfermedades y su manejo. En L. V. Arango (Ed.), *El cultivo de la papaya en los llanos orientales de Colombia* (pp. 63-70). Villavicencio, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), CI La Libertad.
- Santamaría, F., Sauri, E., Espadas, F., Díaz, R., Larqué, A., & Santamaría, J. M. (2009). Postharvest ripening and maturity indices for Maradol papaya. *Interciencia*, 34(8), 583-588.
- Shi, J., Liu, A., Li, X., Feng, S., & Chen, W. (2010). Identification of endophytic bacterial strain MGPI selected from papaya and its biocontrol effects on pathogens infecting harvested papaya fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(2), 227-232.
- Singh, P. (2010). Advances in control of post-harvest diseases of papaya fruit. A review. *Agricultural Reviews*, 31(3), 202-210.
- The Statistics Portal (Statista) (2014). *Global fruit production in 2014, by variety (in million metric tons)*. Recuperado de <https://www.statista.com/statistics/264001/worldwide-production-of-fruit-by-variety/>
- Thompson, J. A., Kader, A. A., & Sylva, K. (1996). *Compatibility chart for short-term transport or storage*. Recuperado de http://ucanr.edu/sites/postharvest/produce_information/CompatibilityChart/
- Umaña, G., Loría, C. L., & Gómez, J. C. (2011). Efecto del grado de madurez y las condiciones de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas de la papaya híbrido Pococí. *Agronomía Costarricense*, 35(2), 61-73.

- United States Department of Agriculture (USDA), Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), & Asociación de Productores y Comercializadores Hortofrutícolas de Colombia (Aprocol). (2010). *Plan de trabajo para la certificación y exportación de papaya de Colombia*. Bogotá, Colombia: USDA, ICA y Aprocol.
- Venkatappa, H., & Bhat, R. (2016). Composition of Papaya Fruit and Papaya Cultivars. En M. Simmonds, & V. R. Preedy (Eds.). *Nutritional Composition of Fruit Cultivars* (pp. 497-516). Londres, Inglaterra: Academic Press.
- Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., & Joyce, D. (1998). *Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press.
- Wolf, A. B., & Ferguson I. B. (2000). Postharvest responses to high fruit temperatures in the field. *Postharvest Biology and Technology*, 21(1), 7-20.
- Yahia, E. M., & Higuera, I. (1992). *Fisiología y tecnología poscosecha de productos hortícolas*. México, D. F.: Limusa.





El mercado internacional de alimentos ha venido creciendo y, actualmente, se inclina hacia el consumo de productos naturales, orgánicos y funcionales, tendencias a las que la papaya se ajusta muy bien, dada su riqueza nutricional y funcional, lo cual la ubica dentro de las cinco frutas tropicales con mayor producción en el mundo.

El Programa de Transformación Productiva (PTP) del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural ha identificado que la cadena de papaya tiene uno de los mayores potenciales para impulsar el crecimiento y el desarrollo socioeconómico del país, con el respectivo beneficio para todos los integrantes de la cadena. Sin embargo, también ha señalado brechas tecnológicas en las etapas de producción, cosecha, acondicionamiento, almacenamiento y transporte que conllevan a tiempos de vida útil cortos y altas pérdidas en poscosecha que han impedido que esta cadena se pueda insertar en los mercados internacionales. En respuesta a estas necesidades, se plantea este manual en el que se presentan elementos básicos de fisiología en poscosecha, que proveen herramientas para la toma de decisiones en la manipulación de la fruta, y explica el fundamento de las recomendaciones para la cosecha, el acondicionamiento y la comercialización de la fruta; y contribuir así al cubrimiento de brechas tecnológicas e incremento de la competitividad de esta cadena en el mercado nacional e internacional.



BAC

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CORREO: bac@corpoica.org.co

TELÉFONO: (57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274

SKYPE: [biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/join/biblioteca.agropecuaria)

www.corpoica.org.co

Distribución gratuita
Prohibida su venta