

# Fisiología post cosecha de frutas. Compendio de características de calidad, condiciones de almacenamiento, sensibilidad al frío, maduración y desórdenes fisiológicos

Fruit postharvest physiology. A guide to quality characteristics, recommended storage, cold susceptibility, maturation and physiological disorders

Carlos Rolz

Director del Centro de Ingeniería Bioquímica, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala

## Introducción

La agroindustria que surte a los consumidores con fruta fresca o procesada al mínimo emplea una serie de operaciones para garantizar una calidad constante al consumidor. Este artículo ofrece un compendio descriptivo, obtenido de la publicación del Departamento de Agricultura de los estados Unidos de América<sup>1</sup>, y listado por fruta, de: a) las características de calidad, b) las condiciones de almacenamiento óptimas que permiten extender la vida útil del producto, c) los posibles daños causados por el almacenamiento a bajas temperaturas y por tratamientos térmicos empleados para garantizar la ausencia de microorganismos patógenos superficiales y/o plagas de insectos, d) la respiración de la fruta y la producción de etileno al madurar, y e) los efectos dañinos del etileno y algunos desórdenes fisiológicos. Primero, sin embargo, se presenta al lector conceptos generales de los temas anteriores con el objeto de obtener una visión común que le permita encontrar similitudes y diferencias entre las diferentes frutas.

## La importancia de las frutas

Las frutas son indispensables en la dieta humana, son apetecibles por su gusto exquisito, aroma delicado, colores exóticos y llamativos, y constituyen un valioso producto comercial que genera una actividad económica importante en la agricultura. Nutricionalmente, aportan energía y fibra, minerales y vitaminas, principalmente la C, el complejo B y pro-vitaminas A, además de sustancias antioxidantes (Prasanna, Prabha et al., 2007).

Las operaciones después de cosecha tienen por objeto presentarle al consumidor un producto de calidad constante, tanto cuando se presentan enteras, tal cual son, como también en productos procesados al mínimo. Prácticas no adecuadas generan un producto de baja calidad, verde o sobre maduro, con daños físicos obvios, pudriciones latentes, infestada, mostrando una pérdida de textura, de sabor y de aroma característicos.

Las frutas destinadas para la exportación aplican tecnologías de punta, tal el caso del banano, fruta que se observa con una calidad óptima en mercados lejanos a los sitios de producción que exigen varios días de un transporte refrigerado y subsiguiente almacenamiento bajo condiciones definidas. El mango, el aguacate, el melón y las frutillas, los cuales también tienen una demanda en el exterior, tienen además, que cumplir con diversas regulaciones de cuarentena dictadas para comprobar: a) la ausencia de larvas de insectos en el interior de la fruta, b) deben confirmar la ausencia de microorganismos patógenos para el ser humano, y c) finalmente, deben de mostrar concentraciones debajo de un mínimo aceptable para los residuos de agroquímicos empleados en el campo.

## Posiciones enfrentadas

Lo anteriormente expuesto crea una contradicción en la industria procesadora y exportadora. Por un lado, están los consumidores, quienes demandan productos frescos o procesados al mínimo con las características siguientes: que no contengan aditivos químicos para preservarlos, que mantengan las cualidades nutricionales intactas, que resalten las propiedades sensoriales, como sabor y aroma propios del producto, y que por supuesto, sean seguros para la salud humana. Por el otro, están los daños involuntarios causados por las operaciones de colecta, preservación, almacenamiento y transporte realizadas en la cadena del sistema agrícola productivo que va desde el campo hasta el consumidor. La industria entonces, ha tenido que adaptarse y continuar ajustándose a las demandas del mercado consumidor para no perder clientes, y por ende, se ha visto obligada a desarrollar estrategias y herramientas que le permitan extender la vida útil del producto para facilitar la venta y cumplir con las regulaciones para minimizar rechazos y fruta en mal estado (Huxsoll & Bolin, 1989; King & Bolin, 1989; Ahvenainen, 1966; Lurie, 1998; Ferguson, Volz et al, 1999; Paull & Chen, 2000; Fallik, 2004; Follet & Neven, 2006; Prasanna, Prabha et al., 2007; Bassett & McClure, 2008; Heaton & Jones, 2008).

<sup>1</sup> <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/contents.html>

## Las frutas están en los cinco continentes

Las frutas se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza y generalmente se clasifican de acuerdo al clima en donde se cultivan, en el cuadro 1 se listan algunos ejemplos (Prasanna, Prabha et al., 2007):

## El proceso bioquímico de la maduración

Las frutas adquieren sus propiedades características cuando maduran. El fenómeno de la maduración provoca cambios importantes como el ablandamiento de la textura, el desarrollo de color y la síntesis de una amplia gama de compuestos orgánicos volátiles que constituyen el aroma y gusto *característico*.

Las frutas pueden dividirse en dos grupos de acuerdo a su mecanismo metabólico de maduración, las climatéricas y las no climatéricas. Las primeras, cuando la fruta madura, muestran una inmediata producción de etileno que provoca un aumento significativo de la respiración, la cual llega a un máximo y después decae. Las no climatéricas no muestran dicho fenómeno. Las frutas climatéricas generalmente se cosechan en estado verde previo a la producción de etileno. En cambio, las no climatéricas, maduran en la planta y se cosechan maduras (White, 2002). Algunos ejemplos de frutas representativas de los dos grupos se muestran en el cuadro 2 (Prasanna, Prabha et al., 2007):

La temperatura afecta la tasa respiratoria, así las temperaturas altas elevan exponencialmente la respiración. Existe una relación inversa entre la tasa respiratoria y la vida en anaquel. Aquellas frutas que respiran más, tienden a mostrar una vida más corta. El proceso respiratorio es exotérmico y se libera una cantidad apreciable de energía en forma de calor. Durante la respiración las frutas pierden peso debido a los procesos metabólicos de oxidación que provocan una amplia gama de reacciones. Para lograr que la fruta tenga una vida de anaquel aceptable es factible manipular variables externas, siendo la temperatura del almacenamiento la más empleada (Saltveit 2004a).

El etileno es un compuesto gaseoso químicamente simple y posee la actividad biológica de ser el regulador de un amplio número de procesos fisiológicos en las plantas. Se considera la hormona de la maduración puesto que es producido en forma endógena durante este proceso por las frutas (Jiang & Fu, 2000; Saltveit, 2004b; Martínez-Romero et al, 2007) e inicia una cascada metabólica de cambios químicos catalizados por enzimas causantes de los cambios del color, la textura, el aroma y el sabor. Aplicado en forma externa a las frutas climatéricas induce la maduración, causando a) el desarrollo del color en la cáscara y pulpa y la pérdida de textura (comercialmente empleado en

la industria que procesa banano, plátano, melón y tomate) y b) ocasiona la pérdida de clorofila en la cáscara (empleado en la industria de la naranja y cítricos asociados) (Saltveit, 2004b). Sin embargo, tanto en frutas climatéricas como en no climatéricas, el etileno exógeno puede causar también efectos negativos que disminuyen la calidad, como la aceleración de la senescencia, desórdenes fisiológicos, susceptibilidad a microorganismos patógenos y por ende se disminuye la vida de anaquel de la fruta (Blankenship & Dole, 2003; Feng et al, 2004; Saltveit, 2004b; Martínez-Romero et al, 2007).

La remoción del etileno producido durante el almacenamiento de la fruta se logra de varias maneras. Primero, por la manipulación de la temperatura (almacenar a la temperatura más baja posible que la fruta en cuestión permita) o el almacenamiento bajo atmósfera controlada (un bajo nivel de O<sub>2</sub> y una alta concentración de CO<sub>2</sub>). Segundo, empleando compuestos que ejercen una acción inhibitoria. Entre ellos el que ha tenido mayor impacto en la industria frutera y de hortalizas ha sido el 1-metilciclopropeno o 1-MCP (Sisler, 2006). Existen varios productos comerciales que consisten en una mezcla sólida de 1-MCP mezclada con  $\gamma$ -ciclodextrina la cual al disolverse en agua libera el producto en forma gaseosa. Entre ellos están: EthylBloc<sup>®3</sup> y SmartFresh<sup>TM®3</sup>. El impacto del 1-MCP ha sido substanciado por una serie de estudios con resultados experimentales que comprueban con una amplia variedad de frutas y hortalizas que la aplicación de 1-MCP después de la cosecha permite mantener por un período más prolongado la calidad que buscan los consumidores (Watkins, 2006).

## Los daños por frío

Las bajas temperaturas pueden inducir los llamados daños por frío (*chilling injury, CI*) que son característicos de cada fruta y del estado de desarrollo e inciden directamente en disminuir la calidad y la aceptación por parte de los consumidores. Los daños son causados por un almacenamiento prolongado abajo de cierta temperatura de umbral, específica para cada fruta, los cuales se manifiestan cuando esta se remueve del almacenamiento en frío y se coloca en anaquel a temperatura ambiente para su venta. La razón fundamental de buscar bajas temperaturas es la disminución del etileno endógeno y por ende, la prevención de la maduración durante el almacenamiento (Wang, 2004).

## Tratamientos térmicos

En las frutas climatéricas un tratamiento térmico, previo al climatérico, ya sea con aire o sumergidos en agua, generalmente reducen los efectos dañinos del CI. El mecanismo protector del

Cuadro 1. Ejemplo de frutas de acuerdo al clima

Templado	Sub-tropical	Tropical
Albaricoque	Aguacate	Banano
Ciruela	Limón	Guayaba
Fresa	Litchi	Guanaba
Durazno	Mandarina	Mango
Kiwi	Maracuyá	Papaya
Melón	Naranja	Piña

<sup>2</sup> <http://www.agrofresh.com/ethylbloc.html>

<sup>3</sup> <http://www.agrofresh.com/smartfresh.html>

Cuadro 2. Frutas de acuerdo a su patrón respiratorio al madurar

Climatéricas	No-climatéricas
Aguacate	Fresa
Banano	Limón
Guayaba	Mandarina
Mango	Naranja
Maracuyá	Piña
Papaya	Uva

tratamiento térmico no se conoce exactamente a la fecha pero se sabe que involucra la acumulación de proteínas denominadas *heat-shock* (Paull & Chen, 2000). Los tratamientos térmicos han sido impulsados por los investigadores por la relativa simplicidad de su diseño y operación, por los múltiples objetivos que se logran, por ejemplo eliminar la carga microbiana superficial y la presencia de insectos plaga en la fruta, y por la calidad del producto obtenido (Lurie, 1998; Paull & Chen, 2000). El lector puede consultar el artículo de Korsten (2006) quien ofrece referencias sobre el tema y describe otras técnicas alternas. Sin embargo como lo expresa Paull & Chen (2000), existe una temperatura de umbral que no debe sobrepasarse y que es necesario confirmar para cada fruta en forma experimental. Debajo de la misma, el efecto del tratamiento térmico induce una resistencia a los daños por frío, un retraso en la maduración y algunas modificaciones negativas en la calidad. Arriba de la temperatura de umbral, el tratamiento térmico ocasiona efectos irreversibles que interrumpen el proceso normal de la maduración y afectan seriamente la calidad del producto. El efecto sobre la calidad de la fruta de la posible interacción entre una alta y una baja temperaturas empleadas en forma consecutiva, que se observa en el proceso del tratamiento térmico seguido por un almacenamiento en frío, no se ha dilucidado al punto de poder ofrecer una indicación del posible comportamiento general para todas las frutas. El tratamiento térmico parece ser también un método efectivo de reducir el deterioro por microorganismos, ya que induce la formación de enzimas, induce la síntesis de compuestos anti fúngicos, y preserva aquellos compuestos con esa misma actividad presentes en la fruta verde (Schirra et al 2000).

### Contaminación microbiana

Cualquier proceso que se utilice debe ser precedido de una operación de limpieza de la superficie. Recientemente, se informó por el CDC (Center for Disease Control and Prevention 1997) casos de personas infectadas por *Escherichia coli* O157:H7 y criptosporidiosis debido a consumir jugo de manzana contaminado. Entre las causas posibles de contaminación mencionan: el agua de irrigación, la fruta que cae del árbol y se pudre y que aumenta considerablemente el riesgo de una exposición a heces de animales, y el contacto humano durante el manejo durante la post cosecha, el almacenamiento y el proceso. La FDA (USA Food and Drug Administration 1998) ha sugerido una reducción de  $5 \log_{10}$ CFU/g, la cual no se logra con un simple lavado con agua, aun con la adición de sustancias químicas tradicionales. Se ha informado de dos sustancias alternas, el peróxido de hidrógeno (Sapers et al, 2000) y el dióxido de cloro gaseoso (Du et al, 2003; Gomez-Lopez et al 2009) que han mostrado una efectividad bactericida en la superficie de las frutas. Por otro lado, también se ha constatado experimentalmente de la eficacia del agua resultante de electrólisis de soluciones diluidas de cloruro de sodio, como un agente efectivo para inactivar *E. coli* y *L. monocytogenes* (Park et al, 2004).

### Plagas de insectos

La presencia de plagas de insectos artrópodos en los productos de la horticultura ha creado problemas serios en las operaciones post cosecha incluyendo el almacenamiento, el procesamiento

mínimo y el transporte. El peligro inherente en la introducción de un insecto plaga en un ecosistema en el cual no existía, ha obligado a restricciones rígidas de cuarentena adoptadas por los países del planeta con el objetivo general de proteger su agricultura. La manera tradicional de combatir las plagas ha sido a través de fumigantes y plaguicidas sintéticos. Sin embargo, recientes indicios de posibles efectos dañinos en la salud humana y en el ambiente por el uso de estas sustancias ha obligado a desarrollar tecnología alternativa. La lista es extensa e incorpora el uso de temperaturas extremas (en ambos lado de la escala), las atmósferas controladas, plaguicidas naturales, fumigantes derivados de moléculas biológicas, ozono, microondas, ultrasonido y una amplia gama de energía radiante. El cambio de temperatura busca pasar el umbral térmico de sobrevivencia del insecto plaga. La energía radiante destruye la integridad del ADN esterilizando la plaga en cuestión. Es común combinar tratamientos, por ejemplo las atmósferas controladas y las temperaturas extremas. El objetivo primordial de los tratamientos anteriores es eliminar la plaga con certeza y tolerancia de cero sin ocasionar daños que afecten la calidad de la fruta (Follet & Neven 2006).

El país importador de la fruta define las normas y procedimientos a seguir. Por ejemplo, para la exportación del mango a los Estados Unidos de Norte América, la agencia Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS/USDA)<sup>4</sup> en su base de datos *Fruit and vegetables import requirements (FAVIR) database*, especifica el tratamiento por inmersión en agua caliente T102-a, especificada para eliminar las moscas (Diptera: Tephritidae) del Mediterraneo, *Ceratitidis capitata* y de México, *Anastrepha ludens*. El protocolo que fija las condiciones de temperatura del agua y el tiempo de inmersión depende del peso y de la forma geométrica de la fruta. Otros países tienen diferentes regulaciones (Follet & Neven 2006).

El tratamiento térmico pareciera ser el más adecuado para eliminar plagas, pero a su vez, podría también resultar beneficioso para disminuir los efectos dañinos sobre la calidad de la fruta de un almacenamiento prolongado a baja temperatura o si la temperatura traspasa el umbral de resistencia al frío de una fruta específica.

Con el objeto de resumir información conocida al respecto de los temas tratados anteriormente, en la siguiente sección, ordenado por fruta, se listan algunas observaciones específicas pertinentes.

### Compendio

La información contenida en los cuadros a continuación se ha obtenido de la publicación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América.

<sup>4</sup> <http://www.aphis.usda.gov>

### Aguacate (*Persea americana* Mill). (Woolf, White et al 2004)

<b>Características y criterios de calidad</b>	La superficie de la cáscara debe estar libre de cicatrices provocadas por insectos y de cualquier pudrición en la punta del corte. La pulpa no debe mostrar zonas grises. La pulpa debe contener un contenido apropiado de aceite que varía con la variedad y el gusto del consumidor. El aceite posee características químicas que le dan una alta calidad nutricional. La materia seca de la fruta se encuentra correlacionada con la cantidad de aceite y se emplea como un índice de madurez para el corte, generalmente oscila entre 17 y 25 % de acuerdo con la variedad. La fruta no madura en el árbol, sin embargo la vida de anaquel disminuye conforme la fruta ya desarrollada permanece en el árbol.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Debe almacenarse entre 5 a 12 °C y una humedad relativa entre 85 y 95 % por un tiempo que oscila entre tres y cuatro semanas. Un periodo de seis semanas todavía permanece siendo un reto.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Atmósfera controlada conteniendo de 3 a 10 % CO <sub>2</sub> y 2 a 5 % O <sub>2</sub> en almacenamiento refrigerado es empleada comúnmente para transportar fruta a mercados distantes. También se emplea el 1-MCP como un inhibidor de etileno aplicado en una dosis entre 50 a 100 nL por litro (ppb) a 6 °C por 18 a 24 horas. Luego la fruta puede almacenarse cerca de cuatro semanas. La fruta debe madurarse entre 15 a 20 °C y responde adecuadamente al etileno exógeno.
<b>Sensibilidad al frío</b>	La fruta muestra síntomas externos e internos al exponerse a temperaturas debajo de las recomendadas. Pueden también manifestarse aun a temperaturas recomendadas pero en tiempos prolongados de almacenamiento, usualmente mayor de seis semanas. El daño interno es el desarrollo de zonas oscuras que empiezan en la base alrededor de la semilla. La lesión externa se reconoce por un cambio de color y piel rugosa semejando al corcho que generalmente se desarrolla en almacenamientos debajo de 3 °C.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Producción elevada cerca de 100 µL kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> a 20 °C (68 °F). Exposición al etileno durante el almacenamiento induce la maduración y la pérdida de firmeza que favorecen el desarrollo de hongos y hacen a la fruta más sensible al frío.
<b>Respiración</b>	A 20 °C, de 80 a 300 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> . Disminuye entre 50 a 60 a 10 °C.
<b>Desórdenes fisiológicos</b>	Exceso de almacenamiento produce coloraciones oscuras vasculares en la pulpa.

### Albaricoque (*Prunus armeniaca* L.) (Crisosto & Kader 2004a)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Los criterios de calidad importantes son el tamaño, la forma, la ausencia de defectos físicos (falta de textura y una semilla quemada). Muchas variedades pierden textura rápidamente después de cosecha. Los consumidores prefieren una fruta con alto contenido de sólidos solubles (> 10%) y acidez intermedia (0.7 a 1.0 %). El cambio de color de verde a amarillo es el mejor indicador para cosechar la fruta. Sin embargo, debe asegurarse que la fruta sea amarilla pero firme, de manera que pueda soportar el transporte y almacenamiento posterior.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	No deben almacenarse lotes grandes de fruta. La calidad persiste por 1 o 2 semanas bajo una temperatura de -0.5 a 0 °C y 90 a 95 % de humedad relativa (algunas variedades permiten 3 a 4 semanas).
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Atmósfera controlada conteniendo de 2 a 3 % CO <sub>2</sub> y % O <sub>2</sub> . No debe bajar el O <sub>2</sub> de 1%, o subir el CO <sub>2</sub> arriba del 5% para evitar sabores extraños o ennegrecimiento de la pulpa.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Depende de la variedad ya que algunas desarrollan síntomas aún durante un almacenamiento a 5 °C que se manifiestan por una pérdida de textura, sabor y aroma y ennegrecimiento de la pulpa.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Producción entre 4 a 6 µL kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> a 20 °C (68 °F). Exposición al etileno durante el almacenamiento induce la maduración y la pérdida de firmeza que favorecen el desarrollo de hongos.
<b>Respiración</b>	A 20 °C, de 30 a 50 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> . Disminuye entre 10 a 20 a 10 °C.
<b>Desórdenes fisiológicos</b>	Exceso de almacenamiento, aun a temperaturas entre 2.2 a 7.6 °C produce coloraciones oscuras en la pulpa en regiones que se tornan acuosas con la subsiguiente pérdida de textura. Las frutas expuestas a temperaturas arriba de 38 °C antes de ser cosechadas generalmente desarrollan un color café en la pulpa alrededor de la semilla.

### Anona (*Annona cherimola* Mill.) (Paull and Chen 2004f)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Las frutas de calidad son ovales, color externo verde oscuro, libre de daños mecánicos o deterioro por microorganismos. En la maduración la fruta cambia de un color verde pálido a uno oscuro y pierde firmeza. Los niveles de sólidos solubles están entre 14 y 18 %. Se cosecha iniciada la maduración, la cual ocurre durante el almacenamiento y consumo.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Preferible enfriar entre 12 y 15 °C con aire o en un cuarto inmediatamente después del corte. Almacenar entre 10 y 13 °C y 90-95 % de humedad relativa hasta 14-21 días. La fruta madura puede almacenarse brevemente entre 0 a 5 °C. La vida de anaquel a 20 °C es de 3 a 4 días.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Atmósfera controlada conteniendo 3-6 % CO <sub>2</sub> y 5 % O <sub>2</sub> y una temperatura de 10 °C.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Los daños por frío se manifiestan luego de un almacenamiento a < 10 °C. Consisten en coloraciones oscuras en la cáscara, no pierde textura y tiene una maduración incompleta.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Producción alta entre 100 y 300 µL kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> a 20 °C.
<b>Respiración</b>	Fruta climatérica que muestra a 20 °C, una tasa de 138 a 460 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> .
<b>Desórdenes fisiológicos</b>	Daño por manejo y daños por frío.

### Banano (*Musa acuminata*) y Plátano (*Musa balbisina*) (Kerbel 2004)

<b>Características y criterios de calidad</b>	La fruta de calidad es limpia y libre de cualquier tipo de daño. Tiene poca curvatura y adecuado grosor y longitud. Se corta verde ya desarrollado, transportado a los lugares de consumo bajo refrigeración y forzado a madurar en los lugares de consumo. La fruta madura debe mostrar un color amarillo parejo, sin manchas, un sabor y aroma característicos.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	No es necesario enfriar después del corte. Generalmente se transporta a una temperatura entre 13.3 y 14.4 °C. Se madura en cuartos 20 °C a los cuales se agregan 1000 ? L de etileno por litro, lo cual asegura una maduración uniforme.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	La atmósfera controlada se emplea frecuentemente en el transporte, conteniendo 5 % CO <sub>2</sub> y 2-5 % O <sub>2</sub> .
<b>Sensibilidad al frío</b>	Los daños inducidos por el frío son evitados al máximo, siendo la fruta verde más susceptible que la fruta madura. Suceden cuando el almacenamiento ocurre a < 13 °C aun por pocas horas. Consisten en coloraciones oscuras de la cáscara, pobre color y aroma al madurar y desarrollo de zonas pardas en la pulpa en forma de listones. El tratamiento térmico previo disminuye el daño.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Producción entre 0.3 a 10 $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ . Responde al etileno madurando en forma más rápida y uniforme.
<b>Respiración</b>	A 20 °C, de 40 a 280 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> .
<b>Desórdenes fisiológicos</b>	Una limitación de lluvia o riego causa la llamada mancha de madurez. Temperaturas arriba de 35 °C ocasionan que la fruta no madure normalmente.

### Carambola (*Averrhoa carambola L.*) (Paull and Chen 2004a)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Las frutas de calidad son ovales o elípticas, mostrando en su plano una forma de estrella, la cual origina valles y cimas longitudinales características. Debe poseer un con color externo amarillo, libre de daños mecánicos o manchas. Cosechada con signos de una maduración iniciada, indicada por el apareamiento del color amarillo en la cáscara. La dulzura y la acidez dependen de la variedad.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Preferible enfriar entre 4 a 10 °C lo más pronto posible después del corte. Almacenar entre 4 y 5 °C y 90-95 % de humedad relativa hasta 21-35 días. La vida de anaquel a 20 °C es de 3 a 4 días.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Atmósfera controlada conteniendo 8.0 a 8.2 % CO <sub>2</sub> y 2.2 a 4.2 % O <sub>2</sub> en almacenamiento a 7 °C.
<b>Sensibilidad al frío</b>	La fruta es resistente a daños por frío. Se manifiestan daños luego de un almacenamiento a 0 o 5 °C por tiempos entre 14 y 42 días. Consisten en coloraciones oscuras en las costillas y depresiones en la cáscara.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Producción baja < 3 $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ a 20 °C.
<b>Respiración</b>	Fruta no climatérica que muestra a 20 °C, una tasa de 37 a 92 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> .
<b>Desórdenes fisiológicos</b>	El daño mecánico sobre las costillas provoca el desarrollo de zonas oscuras.

### Chicozapote (*Manilkara achras (Mill) Fosb., syn Achras sapota, L.*) (Yahia 2004)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Las frutas son ovaladas, cónicas o elipsoides. La calidad del producto se logra únicamente con la fruta cortada del árbol en el punto adecuado de madurez, el cual resulta difícil de determinar por lo errático de la floración. La fruta cortada antes de tiempo, no desarrolla el sabor dulce característico, por el contrario es astringente.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	La vida de anaquel es aproximadamente de 13 días a 25 °C. Al almacenar entre 12 y 16 °C con 85-90 % de humedad relativa puede almacenarse entre 14 y 21 días. Un pre-enfriamiento por < 10 horas a 4 °C y luego un almacenamiento a 20 °C permitió almacenar fruta por 24 días.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Atmósfera modificada conteniendo 5 % CO <sub>2</sub> extendió la vida de anaquel entre 13 a 18 días.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Sensible a daños por frío. Un almacenamiento entre 6 a 10 °C. ocasionó deterioro irreversible y un pobre sabor. La fruta almacenada por 21 días a 10 °C.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Una producción de 3.7 $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ a 20 °C. Es sensible al etileno exógeno, acelerando la maduración.
<b>Respiración</b>	Posee un climatérico después del corte y a temperaturas entre 24 y 28 °C posee una tasa de 16 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> .
<b>Desórdenes fisiológicos</b>	No se conocen.

### Ciruela (*Prunus salicina*) (Crisosto & Kader 2004c)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Los consumidores prefieren una fruta con alto contenido de sólidos solubles. La relación de sólidos solubles a acidez y la astringencia también son factores de calidad. Sin embargo no existen valores indicadores al respecto. La fruta se cosecha cuando la superficie ha desarrollado un 50% de color rojo o rojo oscuro de diferentes tonalidades. También se buscan sólidos solubles entre 16 a 19 %.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	La temperatura recomendada es de -1.1 a 0 °C, la humedad relativa debe estar entre 90 y 95 % y deben almacenarse en corriente de aire no menor de 15 m <sup>3</sup> /min.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	La atmósfera controlada se emplea en almacenamientos < 1 mes. Se recomienda 1-2 % O <sub>2</sub> y 3-5 % de CO <sub>2</sub> .
<b>Sensibilidad al frío</b>	Las variedades comerciales muestran diferencias. El daño por frío se manifiesta al almacenar a 5 oC. A la temperatura recomendada de 0 °C la vida de anaquel es > 5 semanas, aunque algunas variedades aun a esa temperatura muestran daño por frío a las 4 semanas de almacenamiento.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Producción entre 0.10 a 200 μL kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> a 20 °C (68 °F). Exposición al etileno durante el almacenamiento induce la maduración adecuadamente, recomendándose dosis de 100 μL/L por 24 horas a 20 °C. Sin embargo, algunas variedades no lo necesitan.
<b>Respiración</b>	A 20 °C, de 16 a 24 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> . Disminuye entre 8 a 12 a 10 °C.
<b>Desordenes fisiológicos</b>	El problema principal es el daño por frío. La pulpa de la fruta se torna traslúcida y ennegrecida.

### Durazno (Melocotón) (*Prunus persicae*) (Crisosto & Kader 2004b)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Los consumidores prefieren una fruta con alto contenido de sólidos solubles (> 11%) y baja acidez (< 0.7 %). El cambio de color de verde a amarillo es el mejor indicador para cosechar la fruta. Puede emplearse también la firmeza de la fruta, siempre y cuando se haya determinado la firmeza mínima aceptable para que la fruta no se dañe en el transporte y almacenamiento.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	La temperatura óptima es de -1 a 0 °C, la humedad relativa debe estar entre 90 y 95 % y deben almacenarse en corriente de aire. La fruta en el campo puede enfriarse a temperaturas intermedias, 5 a 10 °C, siempre y cuando el empaque se realice al día siguiente. En caso contrario es necesario bajar a 0 °C. Algunas variedades pierden rápidamente su estructura interna y en este caso es necesario enfriar a 0 oC en un tiempo menor de 8 horas.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	La atmósfera controlada ayuda a mantener color y firmeza. Se recomienda 0 °C con 6 % O <sub>2</sub> y 17 % de CO <sub>2</sub> .
<b>Sensibilidad al frío</b>	El daño por frío se manifiesta por una pérdida de la estructura interna. Se manifiesta al almacenar entre 2.2 y 7.6 °C.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Producción entre 0.10 a 160 μL kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> a 20 °C (68 °F). Exposición al etileno durante el almacenamiento induce la maduración adecuadamente.
<b>Respiración</b>	A 20 °C, de 64 a 110 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> . Disminuye entre 16 a 24 a 10 °C.
<b>Desordenes fisiológicos</b>	El problema principal es el daño por frío. La pulpa de la fruta resulta seca y dura, puede desarrollarse coloración negra cerca de la semilla, como también puede tornarse traslúcida. Si se eleva la temperatura en el transporte, la vida de anaquel se reduce considerablemente.

### Fresa (*Fragaria x ananassa*) (Mitcham, 2004)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Color rojo uniforme por lo menos en 75 % de la superficie, firme, sabor y aroma desarrollados, libre de defectos y enfermedad. Cosechada totalmente madura con cáliz. Se sugiere que contenga un mínimo de 7 % de sólidos solubles y un máximo de 0.8 % de acidez total.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Enfriar antes de una hora después de cosecha. Almacenar cerca de 0 °C hasta 7 días como máximo y 90-95 % de humedad relativa.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Atmósfera controlada conteniendo hasta 10-15 % CO <sub>2</sub> , apropiada para el transporte.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Resistente, siempre y cuando no se llegue al punto de congelación
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Producción mínima ,0.1 μL kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> a 20 °C (68 °F). No responde al etileno pero su remoción del almacenamiento reduce el riesgo de desarrollo de hongo superficial.
<b>Respiración</b>	A 20 °C, de 100 a 200 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> . Disminuye entre 50 y 100 a 10 °C y < 20 a 0 °C.
<b>Desordenes fisiológicos</b>	Exceso de CO <sub>2</sub> produce una coloración azul de la superficie y un blanqueo de la pulpa.

### Guayaba (*Psidium guajava* L.) (Paull & Chen 2004b)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Las frutas de calidad son redondas, color externo amarillo, libre de daños mecánicos o deterioro por microorganismos. Cosechada con signos de una maduración iniciada, indicada por el apareamiento del color amarillo en la cáscara.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Preferible enfriar a 10 °C con aire o en un cuarto después del corte. Almacenar entre 8 y 10 °C y 90-95 % de humedad relativa hasta 14-21 días. La fruta madura puede almacenarse entre 5 a 8 °C por siete días. La vida de anaquel a 20 °C es de 7 días.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Atmósfera controlada por un máximo de 24 horas conteniendo 5 % CO <sub>2</sub> y 10 % O <sub>2</sub> en almacenamiento a 4 °C.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Los daños por frío se manifiestan daño luego de un almacenamiento a < 8 °C. Consisten en coloraciones grises y depresiones en la cáscara, y una maduración incompleta. Con el estado de madurez de la fruta almacenada, disminuyen los daños.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Producción entre 1 y 20 μL kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> a 20 °C.
<b>Respiración</b>	Fruta climatérica que muestra a 20 °C, una tasa de 18 a 130 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> . El tratamiento térmico previo aumenta la tasa respiratoria.
<b>Desordenes fisiológicos</b>	La deshidratación y el daño por manejo ocasionan un pobre color amarillo al madurar y el desarrollo de zonas pardas que pueden extenderse a la pulpa, respectivamente.

### Kiwi (*Actinidia deliciosa*) (Rushing 2004a)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Las diferentes variedades producen frutas con color de cáscara desde el verde al café y un color de pulpa del amarillo al verde. La fruta de calidad no debe presentar arrugas superficiales, daños mecánicos, manchas solares, ataque de insectos y pudrición o pérdida de firmeza. La fruta madura debe tener 14 % de sólidos solubles. En el punto de corte el valor mínimo es de aproximadamente 6 %.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	El pre enfriamiento se encuentra actualmente en duda ya que se ha observado que ocasiona daños por frío. Almacenar cerca de 0 °C y 90-95 % de humedad relativa hasta 4 a 5 meses.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Responde bien a la atmósfera controlada conteniendo 3 a 5 % CO <sub>2</sub> y 1 a 2 % O <sub>2</sub> lográndose almacenar cerca de seis meses.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Los daños por frío se manifiestan daño luego de un almacenamiento a 0 °C. Consisten en acumulación de agua en forma anular en la región cercana en la terminal del tallo. También se producen depresiones dispersas en la cáscara y apareamiento de zonas oscuras..
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Baja producción entre 0.1 a 0.5 μ L kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> a 20 °C. Son sensibles al etileno de manera que no deben mezclarse con otras frutas en el almacenamiento. El etileno reduce la firmeza de la fruta significativamente.
<b>Respiración</b>	A 20 °C una tasa de 16 a 22 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> .
<b>Desordenes fisiológicos</b>	La exposición al etileno o temperaturas de congelación inducen daños irreversibles.

### Limón (*Citrus aurantifolia* Swing) (Burns 2004)

<b>Características y criterios de calidad</b>	La fruta de calidad debe poseer forma oval, color verde intenso, libre de daños mecánicos, rajaduras, pudrición y con textura.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Almacenar a 10 °C y 95 % de humedad relativa hasta 8 semanas.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Ninguna
<b>Sensibilidad al frío</b>	Los daños por frío se manifiestan al bajar la temperatura de la óptima y consisten principalmente en pequeñas depresiones en la cáscara.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	A bajo de 0.1 μ L kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> .
<b>Respiración</b>	A 20 °C, < 10 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> .
<b>Desordenes fisiológicos</b>	Rompimiento en el extremo del pedúnculo.

### Mamey (*Mammea americana*) Yahia 2004

<b>Características y criterios de calidad</b>	Las frutas son redondas y la pulpa amarilla con un sabor semejante al durazno.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	No se informa.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Ninguno.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Sensible a daños por frío. El frío provoca una maduración pobre que resulta en manchas pardas en la pulpa, desarrollo de sabor extraño y pérdida de textura.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Una producción de 400 μ L kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> a 27 °C. Es una de las frutas que mayor cantidad produce.
<b>Respiración</b>	La fruta es climatérica. A 27 °C posee una tasa de 28-40 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> .
<b>Desordenes fisiológicos</b>	No se conocen.

### Mango (*Mangifera indica* L) (Paull & Chen 2004c)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Las características de calidad buscadas son tamaño y forma característica de la variedad, color externo, de amarillo a verde con segmentos dorados o rojos, libre de daños mecánicos o deterioro por microorganismos, ausencia de fibra en la pulpa y de un olor pronunciado a trementina. Cosechada con signos de una maduración iniciada, indicada por el apareamiento del color amarillo en la cáscara. La temperatura óptima de maduración está entre 20 y 23 °C.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Preferible enfriar con aire antes de 24 horas después del corte. Almacenar cerca entre 10 y 13 °C y 85-90 % de humedad relativa hasta 14-28 días. La fruta madura puede almacenarse entre 7 a 8 °C.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Atmósfera controlada conteniendo 10 % CO <sub>2</sub> y 3-5 % O <sub>2</sub> en almacenamiento entre 7 y 9 °C y 90 % de humedad relativa.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Los daños por frío varían de acuerdo con la variedad, sin embargo la mayoría manifiesta daño luego de un almacenamiento a < 10 °C. Consisten en coloraciones grises y depresiones en la cáscara, pobre color y aroma al madurar. El tratamiento térmico previo disminuye el daño.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Baja producción entre 1 y 2 $\mu$ L kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> . Responde al etileno madurando en forma más rápida y uniforme. Sin embargo existen opiniones encontradas ya que el mismo ha disminuido la calidad.
<b>Respiración</b>	A 20 °C, de 75 a 151 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> . El tratamiento térmico previo aumenta la tasa respiratoria.
<b>Desordenes fisiológicos</b>	Ocurren principalmente en la pulpa en donde existe acumulación de agua y desorden de los tejidos.

### Manzana (*Malus x domestica* Borkh.) (Watkins, Kupferman et al 2004)

<b>Características y criterios de calidad</b>	La calidad conlleva características de apreciación visual, textura y sabor. El color depende de la variedad, en las cuales se observan mezclas de varios tonos. El consumidor exige un producto libre de defectos superficiales visibles de toda índole. Además buscan que la fruta al consumirse sea crujiente. La dulzura y la acidez varían con la variedad. La variedad <i>Granny Smith</i> posee acidez entre 0.8 y 1.2 %. La variedad <i>Fuji</i> puede tener 20 % o más de sólidos solubles.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	La temperatura recomendada es de -1 a 4 °C, dependiendo de la variedad, y la humedad relativa debe estar entre 90 y 95 %. El almacenamiento permitido a esas condiciones es de 3 a 4 meses. Las cifras anteriores dependen del estado de madurez al cosechar, el cual es específico para cada variedad en cuestión.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Para un almacenamiento prolongado de hasta 11 meses es necesario almacenar en una atmósfera controlada. Las condiciones varían según la variedad pero pueden generalizarse valores de O <sub>2</sub> y de CO <sub>2</sub> entre 2-3 %.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Las variedades comerciales muestran diferencias.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	La producción varía ampliamente entre las variedades. La fruta primeriza de la época produce mayor cantidad y madura rápidamente. Por el contrario, la del final de la temporada produce menos etileno y madura lentamente.
<b>Respiración</b>	A 20 °C, de 20 a 41 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> , para las variedades primerizas. De 15 a 25 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> para las del final de temporada.
<b>Desordenes fisiológicos</b>	El problema principal es el daño por frío. Se manifiesta básicamente de dos maneras asociadas entre sí, el desarrollo de zonas pardas y una pérdida de textura o ablandamiento.

### Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) (Paull & Chen 2004d)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Las frutas de calidad son ovaladas, color externo amarillo, libre de daños mecánicos o deterioro por microorganismos. Cosechada con signos de una maduración en franco progreso, indicada por un 75 % del color amarillo en la cáscara. En otras ocasiones se deja en la planta hasta que se desplome. El dimatérico generalmente ocurre en la planta. Los sólidos solubles en la pulpa deben estar entre 10 a 18%.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Preferible enfriar a 10 °C con aire o en un cuarto después del corte. Almacenar entre 7 y 10 °C y 90-95 % de humedad relativa hasta 14 días.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Atmósfera modificada por 21 a 28 días en almacenamiento entre 6 a 10 °C.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Los daños por frío se manifiestan daño luego de un almacenamiento a < 7 °C. Consisten en coloraciones grises, depresiones en la cáscara, acumulación de agua en tejidos, una maduración incompleta y mayor susceptibilidad a la pudrición.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Producción alta entre 160 y 400 $\mu$ L kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> a 20 °C. Es sensible al etileno exógeno, acelerando la maduración.
<b>Respiración</b>	Fruta climatérica que muestra a 20 °C, una tasa de 87 a 194 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> .
<b>Desordenes fisiológicos</b>	Por pérdida de humedad se arruga.

### Melón (*Cucumis Melo L.*) (Shellie & Lester 2004)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Deben poseer el grado de madurez adecuado: firmeza, tamaño y surcos de red característicos de la variedad, residuo del corte del tallo sano, sin daño solar visible, pulpa libre de cualquier ataque de bacterias u hongos, ausencia de líquido en la cavidad, sin residuos de áfidos u hongo superficial, ausencia de daño por instrumentos mecánicos. El momento del corte apropiado es cuando la mitad del tallo se ha separado del fruto. La fruta madura debe poseer un dulce pronunciado y de color anaranjado fuerte.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Se recomienda un enfriado previo al momento del corte entre 10 a 15 °C. El almacenamiento óptimo se logra entre 2 a 7 °C y 95 % de humedad relativa por 10 a 14 días.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Atmósfera controlada conteniendo 10 a 20 % CO <sub>2</sub> y 3 a 5 % O <sub>2</sub> para el transporte y almacenamiento.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Los daños por frío ocurren luego de un almacenamiento a <2 °C especialmente en fruta de madurez de corte. La fruta madura es más resistente. Estos se manifiestan por lesiones pequeñas visibles en la cáscara, incidencia en el ataque de hongos e incapacidad de madurar normalmente.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Producción de 10 a 100 $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ . No debe aplicarse etileno pues reduce la vida de anaquel.
<b>Respiración</b>	A 20 °C, de 45 a 65 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> .
<b>Desordenes fisiológicos</b>	El daño solar ocasiona una superficie heterogénea con zonas manchadas.

### Membrillo (*Cydonia oblonga Mill.*) (Chen 2004a)

<b>Características y criterios de calidad</b>	La fruta se cosecha cuando cambia de color de un verde intenso a un verde claro.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	La temperatura de almacenamiento óptima está entre -0.5 y 0 °C a una humedad relativa >90 % por un espacio de tiempo de 2 a 3 meses. La temperatura óptima para la maduración es de 20 °C.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	No existe información al respecto.
<b>Sensibilidad al frío</b>	No se describen.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	La fruta es climatérica y seguramente produce etileno pero no existe información al respecto.
<b>Respiración</b>	No se tiene información al respecto.
<b>Desordenes fisiológicos</b>	La fruta debe manejarse con cuidado pues se daña fácilmente.

### Mora (*Rubus sp.*) (Perkins-Veazie 2004).

<b>Características y criterios de calidad</b>	Color negro parejo, libre de daño, cáliz y plagas superficiales. El lote de fruta debe mostrar <1 % de hongo superficial y como máximo 5 % de otros defectos. Cosechada totalmente madura con color plenamente desarrollado. La fruta pierde acidez durante el almacenamiento y se vuelve astringente si se cosecha cuando no ha desarrollado el color negro característico.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Enfriar con aire a 5 °C dentro de cuatro horas después de cosecha. Almacenar hasta 14 días a -0.5 a 0 °C y >90 % de humedad relativa.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Atmósfera controlada conteniendo hasta 10-20 % CO <sub>2</sub> , y 5 a 10 % de O <sub>2</sub> , apropiada para el transporte.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Resistente.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Variable, desde 0.1 $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ hasta 2 a 20 °C (68 °F). Se incrementa el riesgo de un crecimiento superficial de hongo en presencia de etileno.
<b>Respiración</b>	A 20 °C, de 100 a 130 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> . Disminuye a 62 a 10 °C y entre 18 y 20 a 0 °C.
<b>Desordenes fisiológicos</b>	Desarrollo de áreas rojas, pérdida de peso y pérdida de líquidos.

### Naranja (*Citrus sinensis L. Osbeck.*) (Ritenour 2004)

<b>Características y criterios de calidad</b>	La fruta de calidad debe estar maduro con un color superficial intenso distribuido de manera uniforme y característico de la variedad. Debe mostrar firmeza y estar libre de defectos, daños y decaimiento visible. Debe cosecharse madura de acuerdo a varios índices como el color, sólidos solubles y la relación de sólidos solubles a acidez total.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	La fruta debe enfriarse rápidamente. El enfriamiento reduce la respiración, la pérdida de humedad, el crecimiento superficial de hongos y aumenta la vida de anaquel. Las condiciones óptimas de almacenamiento dependen de la variedad y de la zona de cultivo, la temperatura varía desde 0 hasta 8 °C, la humedad relativa de 85 a 95 %. Pueden almacenarse hasta 12 semanas.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	El uso comercial de atmósferas controladas no es común pues no existe mayor beneficio. Al emplearlo se utiliza una atmósfera con 5-10 % de O <sub>2</sub> y 0 a 5 % de CO <sub>2</sub> .
<b>Sensibilidad al frío</b>	Al bajar la temperatura del umbral permisible la fruta puede desarrollar daños que incluyen perforación y manchas en la superficie, pérdida de color en la pulpa, desarrollo de mal sabor y aroma y pérdida de la estructura interna.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Produce muy poco etileno, menor de 0.1 $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ a 20 °C. Se utiliza la aplicación de etileno exógeno para remover el color verde superficial. Las tasas y tiempo de aplicación del mismo varían con la variedad. Un exceso de etileno favorece el decaimiento de la fruta.
<b>Respiración</b>	A 20 °C, una tasa de 20 a 31 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> . Disminuye a valores entre 4 y 8 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> a 5 °C.
<b>Desordenes fisiológicos</b>	Formación de arrugas superficiales por rompimiento de estructura superficial. Puede presentarse con frecuencia al cosechar fruta sobre madura. Formación de gránulos internos que disminuyen el rendimiento del jugo y que puede ser causa de varios factores. Formación de manchas irregulares en la superficie. En algunos casos se debe por daños mecánicos en el lavado y encerado de la fruta. Aparición de manchas en la zona del tallo que se deben a un exceso de pérdida de humedad.

### Papaya (*Carica papaya L.*)(Zhou, Paull et al 2004)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Color anaranjado-amarillo en la superficie lisa, firme y sin daño visible. Libre de cualquier olor penetrante. Cosechada con signos de una maduración iniciada, indicada por el apareamiento del color amarillo en la cáscara. La fruta madura debe contener > 11.5 % de sólidos solubles. La temperatura apropiada de maduración esta entre 22 y 27 °C.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Enfriar con aire en forma pausada. Almacenar cerca de 7 oC hasta 14 días como máximo y 90-95 % de humedad relativa. La fruta madura puede almacenarse entre 1 a 3 oC por 7 días.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Atmósfera controlada conteniendo 8 % CO <sub>2</sub> y 3 % O <sub>2</sub> en almacenamiento a 10 °C puede mantenerse por 36 días.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Los daños por frío pueden manifestarse luego de un almacenamiento a <5 por un espacio de tiempo entre 14 a 21 días. Estos se manifiestan por lesiones visibles en la cáscara y zonas de acumulación de agua en la pulpa.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Producción de 6 a 10 $\mu$ L kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> . Responde al etileno madurando en forma más rápida y uniforme. No se utiliza en la práctica pues reduce la vida de anaquel.
<b>Respiración</b>	A 20 °C, de 70 a 90 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> .
<b>Desordenes fisiológicos</b>	Un exceso de lluvia cerca del corte puede provocar una textura menos firme.

### Pera (*Pyrus communis L.*) (Chen 2004b)

<b>Características y criterios de calidad</b>	La pera tendrá óptima calidad cuando es cosechada en el estado correcto de maduración. Cosechada antes, la hace susceptible a desórdenes fisiológicos y a una vida de anaquel más corta. El indicador confiable del estado de maduración es la firmeza medida con un penetrómetro.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Es importante enfriar el producto cosechado lo más pronto posible. La temperatura de almacenamiento óptima está entre -1 y 0 °C a una humedad relativa > 90 %. La fruta es muy sensible a la temperatura y las variedades muestran diferencias en ese sentido. La fruta que no se ha almacenado en frío no alcanza al madurar la calidad óptima. La temperatura adecuada para madurar la fruta está entre 15 y 21 °C.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	La fruta se presta a un almacenamiento en atmósferas controladas, preferiblemente en las condiciones de un 2 a 2.5 % de O <sub>2</sub> y 0.8 a 1 % de CO <sub>2</sub> . Esta atmósfera permite un almacenamiento más prolongado y favorece posteriormente la maduración.
<b>Sensibilidad al frío</b>	No se describen.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Produce etileno entre 10 a 80 $\mu$ L kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> a 20 oC según la variedad.
<b>Respiración</b>	Entre 7 a 38 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> a 20 °C.
<b>Desordenes fisiológicos</b>	Daño superficial de coloración oscura. Ennegrecimiento de la pulpa en la zona de las semillas con un aspecto de resequedad, originado por un inadecuado almacenamiento en atmósferas controladas. Desorganización del tejido, pérdida de la firmeza y acumulación de agua. Las frutas cosechadas en estado sobremaduro muestran mayor susceptibilidad a este desorden.

### Piña (*Ananas comosus L. Merr.*) (Paull & Chen 2004e)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Las frutas deben de mostrar un color externo amarillo con brillo, una corona de hojas verdes, tamaño y peso característico de la variedad. Ausencia de zonas blandas, daños mecánicos, o las consecuencias de un ataque de microorganismos visible. Cosechada entrada en una franca maduración, ya que la fruta no madura después del corte. Se requiere que su pulpa muestra un mínimo de 12 % de sólidos solubles y un cociente de sólidos solubles a acidez total entre 0.9 a 1.3.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Preferible enfriar con aire o en un cuarto. Almacenar entre 7 y 12 °C y 85-95 % de humedad relativa hasta 14-20 días. La fruta totalmente madura puede almacenarse a 7.2 oC por 7 a 10 días.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Atmósfera controlada conteniendo 5-10 % CO <sub>2</sub> y 2-5 % O <sub>2</sub> en almacenamiento entre 7 y 12 °C, lo cual reduce el daño por frío.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Los daños por frío se manifiestan luego de un almacenamiento a <7 °C. Consisten en marchitez, secado y disminución del color de las hojas. Imposibilidad de lograr un color externo amarillo en la totalidad de la superficie. Aparición de zonas pardas en el interior, acumulación extensa de agua y ennegrecimiento del corazón.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Baja producción entre 0.1 y 1 $\mu$ L kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> . La respuesta al etileno exógeno para eliminar zonas verdes externas no siempre funciona.
<b>Respiración</b>	A 20 °C, de 19 a 29 mg CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> . Debe indicarse que la fruta es no climática.
<b>Desordenes fisiológicos</b>	La incidencia de zonas transparentes en la pulpa indica susceptibilidad de la variedad a daños por mal trato en el manejo. El exceso de luz solar causa zonas blanquecinas que resultan susceptibles a la pudrición microbiana.

### Sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) (Rushing 2004b)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Las frutas son globulares u ovaladas, su cáscara varía en tonos verdosos y la pulpa desde amarillo hasta rojo. El producto de calidad presenta una superficie cerosa y brillante y está libre de cualquier daño físico. Existen indicadores para determinar el momento del corte, algunos empíricos como el sonido que emita la fruta cuando se golpea levemente con los nudillos de la mano; otros sin embargo, emplean los sólidos solubles. Generalmente no se enfrían en el campo.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Se observan diferencias entre variedades, un rango representativo es entre 10 y 15 °C con 90 % de humedad relativa, hasta 2 a 3 semanas.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Generalmente la fruta no responde bien en atmósfera controlada.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Ocurren daños por frío cuando se almacena debajo de 10 °C por varios días. Un calentamiento previo cercano a los 30 °C, minimiza, pero no inhibe, el daño por frío.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Produce relativamente bajas cantidades de etileno, entre 0.1 a 1 $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ a 20 °C. Es altamente sensible a este, por lo que no debe exponerse al mismo durante el almacenamiento.
<b>Respiración</b>	Entre 17 a 25 $\text{mg CO}_2 \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ a 20 °C.
<b>Desordenes fisiológicos</b>	El daño por frío ocasiona perforaciones superficiales, pérdida del color rojo de la pulpa y susceptibilidad a infecciones al volver a temperatura ambiente. Exposición al etileno causa una pérdida de textura y color y senescencia.

### Zapote (*Pouteria sapota* Jacq., H.E. Moore & Stearn, syn. *Colocarpum sapota* Jacq., Merr., *Colocarpum mammosum*, Pierre., *Achras mammosa* L., *Lucuma mammosa*, Gaertn., *Vitellaria mammosa*, Radlk., and *Achradelpha mammosa*, Cook) (Yahia 2004)

<b>Características y criterios de calidad</b>	Las frutas son ovaladas o elipsoides. El producto de calidad requiere de una pulpa de textura cremosa de color anaranjado salmón y de un sabor pronunciado identificable. La fruta cortada antes de tiempo, mantiene su textura, no desarrolla el sabor dulce característico, y la pulpa se tornará parda. La fruta debe impedirse que caiga al suelo del árbol. Al cortarse debe evitarse dañar el fruto.
<b>Condiciones de almacenamiento óptimo</b>	Al almacenar entre 13 y 18 °C con 85-90 % de humedad relativa puede almacenarse entre 14 y 42 días.
<b>Almacenamiento alternativo</b>	Ninguno.
<b>Sensibilidad al frío</b>	Sensible a daños por frío. El frío provoca manchas pardas en la cáscara, color de pulpa pobre y desarrollo de sabor extraño.
<b>Producción de, y sensibilidad al etileno</b>	Una producción mayor de 100 $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ a 20 °C. Es una de las frutas que mayor cantidad produce.
<b>Respiración</b>	Posee un climatérico después del corte.
<b>Desordenes fisiológicos</b>	No se conocen.

## Agradecimiento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo como parte del proyecto de investigación de la línea de financiamiento FODECYT 69-2007 otorgado por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología del CONCYT.

## Bibliografía

- Ahvenainen, R. (1966) *New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables* Trends in Food Science and Technology **7**: 179-187
- Bassett, J., P. McClure (2008) *A risk assessment approach for fresh fruits* Journal of Applied Microbiology **104**: 925-943
- Burns, J.K. *Lime* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Chen, P.M. (2004a) *Quince* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Chen, P.M. (2004b) *Pear* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Crisosto, C.H., A.A. Kader (2004a) *Apricot* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Crisosto, C.H., A.A. Kader (2004b) *Peach* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Crisosto, C.H., A.A. Kader (2004c) *Plum and fresh prune* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Du, J., Y. Han, R.H. Linton (2003) *Efficacy of chlorine dioxide gas in reducing E. coli O157:H7 on apple surfaces* Food Microbiology **20**: 583-591
- Fallik, A. (2004) *Prestorage hot water treatments* Postharvest Biology and Technology **32**: 125-134.
- Feng, X., A. Apelbaum, E.C. Sisler, R. Goren (2004) *Control of ethylene activity in various plant systems by structural analogues of 1-MCP* Plant Growth Regulation **42**: 29-38
- Ferguson, I., R. Volz, A. Woolf (1999) *Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit* Postharvest Biology and Technology **15**: 255-262
- Follet, P.A., L. Neven (2006) *Current trends in quarantine entomology* Annual Reviews in Entomology **51**: 359-385
- Gómez-López, V. M., A. Rajkovic, P. Ragaert, N. Smigic, F. Devlieghere (2009) *Chlorine dioxide for minimally processed produce preservation: a review* Trends in Food Science & Technology **20**: 17-26
- Heaton, J. C., K. Jones (2008) *Microbial contamination of fruit and vegetables and the behaviour of enteropathogens in the phyllosphere: a review* Journal of Applied Microbiology **104**: 613-626
- Huxsoll, C.C., H.R. Bolin (1989) *Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables* Food Technology **43** (2) 124-128
- Jiang, Y., J. Fu (2000) *Ethylene regulation of fruit ripening: Molecular aspects* Plant Growth Regulation **30**: 193-200
- Kerbel, E. (2004) *Banana and plantain* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- King, A.D., H.R. Bolin (1989) *Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables* Food Technology **43** (2) 132-135
- Korsten, L. (2006) *Advances in control of postharvest diseases in tropical fresh produce* International Journal of Postharvest Technology and Innovation **1**: 48-61
- Lurie, S. (1998) *Postharvest heat treatments* Postharvest Biology and Technology **14**: 257-269

- Martínez-Romero, D., G. Bailen, M. Serrano, F. Guillén, J.M. Valverde, P. Zapata, S. Castillo, D. Valero (2007) *Tools to Maintain Postharvest Fruit and Vegetable Quality through the Inhibition of Ethylene Action: A Review* Critical Reviews in Food Science and Nutrition **47**: 543-560
- Mitcham, E.J. (2004) *Strawberry* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Park, H., Y.-C. Hung, D. Chung (2004) *Effects of chlorine and pH on efficacy of electrolyzed water for inactivating E. coli O157:H7 and L. monocytogenes* International Journal of Food Microbiology **91**: 13-18
- Paull, R. E., C. C. Chen (2004a) *Carambola* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Paull, R. E., C. C. Chen (2004b) *Guava* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Paull, R. E., C. C. Chen (2004c) *Mango* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Paull, R. E., C. C. Chen (2004d) *Passion fruit* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Paull, R. E., C. C. Chen (2004e) *Pineapple* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Paull, R. E., N. J. Chen (2000) *Heat treatment and fruit ripening* Postharvest Biology and Technology **21**: 21-37
- Paull, R. E., N. J. Chen (2004f) *Cherimoya* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Perkins-Veazie, P. (2004) *Blackberry* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Prasanna, V., T. N. Prabha, R.N. Tharanathan (2007) *Fruit Ripening Phenomena—An Overview* Critical Reviews in Food Science and Nutrition **47**: 1-19
- Ritenour, M.A. (2004) *Orange* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Rushing, J.W. (2004a) *Kiwifruit* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Rushing, J.W. (2004b) *Watermelon* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Saltveit, M. E. (2004a) *Respiratory Metabolism* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Saltveit, M. E. (2004b) *Ethylene Effects* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Sapers, G.M., R.L. Miller, M. Jantschke, A.M. Mattrazzo (2000) *Factors limiting the efficacy of hydrogen peroxide washes for decontamination of apples containing E. coli* Journal of Food Science **65**: 529-532
- Schirra, M., G. D'hallevin, S. Ben-Yehoshua, E. Fallik (2000) *Host-pathogen interactions modulated by heat treatment* Postharvest Biology and Technology **21**: 71-85
- Shellie, K.C., G. Lester (2004) *Netted melons* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Wang, C.-Y. (2004) *Chilling and freezing injury* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Watkins, C.B., E. Kupferman, E., D.A. Rosenberger (2004) *Apple* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Watkins, C.B. (2006) *The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables* Biotechnology Advances **24**: 389-409
- White, P. J. (2002) *Recent advances in fruit development and ripening: an overview* Journal of Experimental Botany **53**: 1995-2000
- Woolf, A.B., A. White, M.L. Arpaia, K.C. Gross (2004) *Avocado* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Yahia, E.M. (2004) *Sapodilla and related fruits* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86
- Zhou, L., R.E. Paull, N.J. Chen (2004) *Papaya* USDA-ARS Agriculture Handbook No.86

Carlos E. Rolz Asturias  
 carlosrolz@uvg.edu.gt

