



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

INSTITUTO DE HORTICULTURA

*Enseñar la explotación de
la tierra, no la del hombre*

F
Tesis
M.C.
3174
C2

**ALMACENAMIENTO POSCOSECHA DE PAPAYA MARADOL
(*Carica papaya* L.)**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

PRESENTA:

LIZBETH MEJIA ESPEJEL



REGISTRACIÓN ACADÉMICA
Dpto. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

MARZO, 2010
CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO.



Instituto de Horticultura



BIBLIOTECA

ALMACENAMIENTO POSCOSECHA DE PAPAYA MARADOL
(Carica papaya L.)

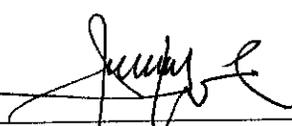
Tesis realizada por **Lizbeth Mejia Espejel**, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

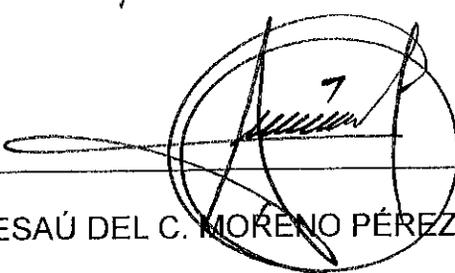
DIRECTORA:


DRA. MA. TERESA MARTÍNEZ DAMIÁN

ASESOR:


DR. EFRAÍN CONTRERAS MAGAÑA

ASESOR:


DR. ESAÚ DEL C. MORENO PÉREZ

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, por darme nuevamente la oportunidad de seguir creciendo académica y profesionalmente.

A la Dra. Ma. Teresa Martínez Damián por dirigir la presente investigación, por su apoyo y paciencia para que este trabajo se concluyera exitosamente.

Al Dr. Efraín Contreras Magaña por su gran apoyo como profesionista y su carisma como persona.

Al Dr. Esaú Del C. Moreno Pérez por sus sugerencias e interés por esta investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado para la realización de mis estudios de Maestría y de este proyecto de investigación.

DATOS BIOGRÁFICOS

La autora del presente trabajo, Ingeniera Agroindustrial LIZBETH MEJIA ESPEJEL, es originaria de Texcoco, Estado de México. Realizó estudios de Educación Superior en la Universidad Autónoma Chapingo, en donde cursó la carrera de Ingeniero Agroindustrial de 2001 a 2005. Realizó la Maestría en Ciencias en Horticultura en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo durante el período de 2008 a 2009.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Generalidades.....	3
2.2. Producción de papaya.....	4
2.3. Cosecha y manejo poscosecha de papaya.....	4
2.4. Conservación bajo el sistema de refrigeración.....	6
2.4.1. Daños por frío.....	8
2.5. Pérdida de peso.....	9
2.6. Sólidos Solubles Totales (Grados Brix).....	10
2.7. Color.....	11
2.7.1. Color de la pulpa.....	13
2.7.2. Color de la cáscara.....	13
2.8. Firmeza.....	14
2.9. Acidez.....	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. Pérdida de peso.....	18
3.2. Sólidos Solubles Totales (Grados brix).....	19
3.3. Acidez de la pulpa.....	19
3.4. Color de la pulpa y color de la cáscara.....	20
3.5. Firmeza de la pulpa.....	20
4. RESULTADOS.....	21
4.1. PÉRDIDA DE PESO.....	21
4.1.1. Tiempo de almacenamiento.....	21
4.1.2. Grado de cosecha.....	22
4.1.3. Pedúnculo.....	23
4.1.4. Temperatura de almacenamiento.....	24
4.2. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (° BRIX).....	26
4.2.1. Tiempo de almacenamiento.....	26
4.2.2. Grado de cosecha.....	27

4.2.3. Pedúnculo.....	27
4.2.4. Temperatura de almacenamiento.....	27
4.3. ACIDEZ DE LA PULPA.....	28
4.3.1. Tiempo de almacenamiento.....	28
4.3.2. Grado de cosecha.....	29
4.3.3. Pedúnculo.....	29
4.3.4. Temperatura de almacenamiento.....	29
4.4. COLOR DE LA PULPA.....	30
4.4.1. Tiempo de almacenamiento.....	30
4.4.2. Grado de cosecha.....	32
4.4.3. Pedúnculo.....	32
4.4.4. Temperatura de almacenamiento.....	33
4.5. COLOR DE LA CÁSCARA.....	33
4.5.1. Tiempo de almacenamiento.....	33
4.5.2. Grado de cosecha.....	35
4.5.3. Pedúnculo.....	36
4.5.4. Temperatura de almacenamiento.....	36
4.6. FIRMEZA DE LA PULPA.....	37
4.6.1. Tiempo de almacenamiento.....	37
4.6.2. Grado de cosecha.....	38
4.6.3. Pedúnculo.....	38
4.6.4. Temperatura de almacenamiento.....	39
4.7. INTERACCIONES.....	39
5. CONCLUSIONES.....	43
6. BIBLIOGRAFÍA.....	45
7. APÉNDICE.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Acomodo de los tratamientos del experimento con papaya Maradol para medir variables en su almacenamiento poscosecha.....	18
Cuadro 2.	Efecto de diferentes factores en la pérdida de peso de papaya Maradol almacenada durante 21 días.....	21
Cuadro 3.	Efecto de diferentes factores en la concentración de azúcares (°Bx) en pulpa de papaya Maradol almacenada durante 21 días.....	26
Cuadro 4.	Efecto de diferentes factores sobre la concentración de ácido málico en la pulpa de papaya Maradol almacenada durante 21 días.....	28
Cuadro 5.	Efecto de diferentes variables en el color de la pulpa.....	31
Cuadro 6.	Efecto de las diferentes variables en el color de la cáscara.....	34
Cuadro 7.	Efecto de diferentes variables sobre la firmeza en la pulpa de papaya Maradol almacenada durante 21 días.....	37
Cuadro 8.	Comparación de medias en las interacciones de los tratamientos evaluados.....	40
Cuadro 9.	Análisis de varianza del manejo poscosecha de papaya Maradol.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama de la ubicación de color de los parámetros a y b.....	12
Figura 2.	Características del grado de madurez de papaya Maradol.....	16
Figura 3.	Comporta A) Grado de madurez uno (izquierda) y grado de madurez cero (derecha) con presencia de pedúnculo. B) Grado de madurez cero (izquierda) y grado de madurez uno (derecha) sin presencia de pedúnculo.....	17
Figura 4.	Comportamiento del porcentaje de la pérdida de peso de papaya Maradol almacenada durante 21 días.....	22
Figura 5.	Comportamiento del porcentaje de pérdida de peso de papaya Maradol en dos grados de cosecha y almacenada durante 21 días.....	23
Figura 6.	Comportamiento en el porcentaje de pérdida de peso de papaya Maradol con y sin presencia de pedúnculo.....	24
Figura 7.	Comportamiento en el porcentaje de pérdida de peso de papaya Maradol almacenada durante 21 días a diferentes temperaturas.....	25

ALMACENAMIENTO POSCOSECHA DE PAPAYA MARADOL (*Carica papaya* L.)

POSTHARVEST STORAGE OF PAPAYA MARADOL (*Carica papaya* L.)

Lizbeth Mejia Espejel¹ y Ma. Teresa Martínez Damián²

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de almacenamiento y proceso de maduración poscosecha de papaya Maradol, a 6, 9, 12 y 22 °C de temperatura durante 21 días, cosechada en dos grados de madurez (cero y uno) con y sin presencia de pedúnculo en la extensión de la vida de anaquel, para lo cual se determinó pérdidas de peso, grados brix, acidez titulable, color de pulpa y cáscara y firmeza. Se encontró que el grado de cosecha uno, el incremento en la temperatura y el avance de los días de almacenamiento aumentaron las pérdidas de peso y la concentración de azúcares, mejoraron la coloración tanto de la pulpa como de la cáscara y disminuyeron la firmeza y la concentración de ácido málico. Por otra parte se encontró que la presencia o ausencia de pedúnculo no influye en el color de la pulpa ni en la acidez pero sí en las pérdidas de peso y firmeza aumentándolas cuando se le deja al fruto.

Palabras clave: Papaya Maradol, almacenamiento poscosecha, refrigeración.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the effect of storage and postharvest ripening of papaya Maradol, at 6, 9, 12 and 22 ° C temperature for 21 days, harvested in two degrees of maturity (zero and one) with and without presence of stem extension in shelf life, which It was determined its weight loss, degrees brix, acidity, pulp and peel color and firmness. It was found that the level of harvest one, the temperature increase and advancement of storage on weight losses increased and the concentration of sugars, improved the color of both the pulp and peel and decreased firmness and malic acid concentration. Moreover, it was found that the presence or absence of stem does not affect the color of the flesh or in acidity but in weight loss and strength increasing it when it leaves the fruit.

Key words: Maradol papaya, postharvest storage, refrigeration.

¹Tesista

²Directora

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) ha incrementado su consumo en México gracias a sus beneficios digestivos en el organismo del ser humano, entre otras propiedades (Díaz y Mora, 2003). Es un producto con alta rentabilidad, de fácil manejo, con una producción de período corto y de alta aceptación en los mercados nacionales e internacionales. Es de difícil conservación debido a su rápida pudrición, lo cual influye en la economía de los agricultores, en su comercialización y en el consumidor final.

La producción y calidad de papaya está limitada en México por las condiciones de manejo poscosecha, éstas son responsables directas de pérdidas de hasta el 40 % de la producción y ocurre durante el transporte y almacenamiento (Menezes y Hanlin, 1996).

Se han empleado diferentes técnicas de conservación con la finalidad de alargar la vida de los frutos después de que han sido cosechados, entre ellas están las bajas temperaturas, que consisten en mantener almacenados los productos cosechados en cámaras con temperatura baja. Enfriar los frutos inmediatamente después de la cosecha retrasa el envejecimiento natural, la producción de calor resultante de la respiración, la producción de etileno y la pérdida de agua, también la reproducción de microorganismos que ocasionan

el deterioro o descomposición de la fruta y la degradación de propiedades físico-químicas como firmeza, color, azúcares y ácidos. De forma que si la fruta es almacenada y transportada a bajas temperaturas se conseguirá extender su vida poscosecha y así poder llegar a los mercados consumidores (Seibert *et al.*, 2008). Los frutos cosechados mal manejados son de baja calidad y de corta vida útil, lo que impide que estos alcancen mercados exigentes y a gran distancia, es necesario invertir en un mejor manejo poscosecha (Castellano *et al.*, 2005).

Es por esto que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento poscosecha del fruto de papaya Maradol cosechado en dos grados de madurez con y sin presencia de pedúnculo y almacenado a diferentes temperaturas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades

La papaya es originaria de América Central, más precisamente de la región que comprende el Sur de México y Nicaragua, es considerada una hierba frutal por carecer de partes leñosas (Barbeau, 1990). Los españoles y portugueses la introdujeron en Filipinas y Malasia, y de ahí paso a las islas Hawaii, a la India, a Ceilán y al Archipiélago Canario (Ibar, 1983).

Algunos de sus nombres comunes son papaya, put (Maya), fruta bomba (Cuba), lechosa (Venezuela), melón zapote, mamao o mamoeiro (Brasil), papaye o papayer (Francés) (Sauri, 2001).

El fruto se consume en forma de fruta fresca, aunque también es usado como ingrediente en licuados, helados o conservas. Además contiene látex o resina lechosa y es utilizado como ablandador de carne, para clarificación de cerveza, para ablandar lana, para curtir pieles y para elaborar medicamentos digestivos (Sauri, 2001).

2.2. Producción de papaya

Sauri (2001) menciona que México es uno de los principales productores de frutos tropicales en el mundo, mayormente de mango, plátano, papaya y piña.

La papaya se cosecha y consume durante casi todo el año (Sauri, 2001) y en México el volumen de la producción ha venido aumentando, ya que según lo reportado por SAGARPA (2009) para el año 2006 se obtuvieron aproximadamente 765,000 toneladas de papaya y para el 2007 el volumen de producción aumentó a aproximadamente 880,000 toneladas a nivel nacional.

2.3. Cosecha y manejo poscosecha de papaya

La cosecha consiste en recoger el producto del campo, con un nivel adecuado de madurez, con un mínimo de daño físico y con un mínimo de costo.

Los índices de madurez de los productos hortícolas generalmente se basan en medidas subjetivas al no tenerlos disponibles (Tonoiven, 2004), y comúnmente los factores que reflejan la madurez hortícola son la firmeza, color de la cáscara y pulpa, contenido de azúcares y ácidos orgánicos, entre otros (Beveridge, 2003).

El manejo de la cosecha requiere de una buena planificación de la producción para asegurar que la madurez del cultivo coincida con la demanda del mercado. Es importante también una comunicación continua con los compradores para conocer sus intenciones de compra y para informarles sobre las fechas de

cosecha y la calidad del producto esperada; de esa manera se espera un abastecimiento adecuado tanto en cantidad como en calidad.

La papaya se cosecha manualmente utilizando una cuchilla curva para cortar el pedúnculo del fruto para así evitar desgarramiento y heridas en el punto de desprendimiento de la fruta. El pedúnculo se deja inicialmente largo, pero después es necesario recortarlo dejando unos 5-10 mm de longitud. La fruta cosechada debe ser colocada de manera cuidadosa en una caja de madera o plástico protegida en su interior con alguna cubierta suave para su traslado al centro de empaque (Arias y Toledo, 2000).

La fruta cosechada debe ser transportada lo más rápido posible al centro de selección y empaque o a los centros de distribución y consumo, evitando exponerla directamente a los rayos del sol y protegiéndola de las inclemencias del tiempo, antes y durante su transporte.

La papaya se cosecha tomando en consideración el color de la cáscara y en función de la distancia al mercado. La fruta puede ser cosechada desde el estado verde-maduro ya que ha alcanzado su máximo desarrollo; la cáscara es dura y de color verde claro y se encuentra bien adherida a la pulpa que cambia de color blanco a ligeramente amarilla o rojiza. Para exportación las papayas se cosechan generalmente en estado "pintón", la cáscara es de color verde claro con un ligero desarrollo de color amarillo (menos de 1/4 de la superficie del fruto) en el extremo de inserción de la flor (Arias y Toledo, 2000).

La papaya se clasifica dentro del grupo de frutos climatéricos ya que incrementan marcadamente su ritmo respiratorio y producción de etileno durante la maduración organoléptica. De igual manera, los cambios asociados con la respiración y producción de etileno (color, sabor, aroma, textura) son rápidos, intensos y variados; y por lo tanto, puede ser madurada organolépticamente en la planta o después de cosechada. El conjunto de procesos de desarrollo y cambios observados en la fruta se conoce como maduración (Arias y Toledo, 2000).

Frutas cosechadas fisiológicamente inmaduras, no maduran normalmente con posterioridad, la fruta no desarrolla aroma ni dulzura normales, se deshidrata fácilmente y presenta mal aspecto, lo cual hace que pierda su valor comercial. Frutas cosechadas más maduras (1/4, 1/2 y 3/4 de amarillo) tienen una vida de poscosecha menor por lo que sólo pueden ser comercializadas en el mercado interno. Otros índices de madurez complementarios al color son la textura y el contenido de sólidos solubles (11.5 % mínimo) (Arias y Toledo, 2000).

2.4. Conservación bajo el sistema de refrigeración

Una de las características ambientales poscosecha de gran importancia en la vida de almacenamiento de frutos y vegetales es la temperatura, dado que se deterioran después de haber sido cosechados (Do Nascimento y Pierre, 2003).

La refrigeración es uno de los sistemas de conservación más comúnmente utilizados (Yahia y Ciapara, 1992) y consiste en mantener a los frutos a temperaturas por encima del punto de congelación (entre -1 y 10 °C); estas

temperaturas permiten conservar los productos vegetales en estado vivo, ya que detienen los fenómenos fisiológicos y limitan la infección microbiana, también permiten conservar y transportar productos cosechados. Se sabe que al disminuir la temperatura se frena el ritmo de los fenómenos fisiológicos y químicos. (Molinas y Duran, 1970).

El almacenamiento en cámaras de refrigeración ayuda a disminuir el deterioro de la calidad poscosecha de los frutos y al mismo tiempo incrementa su vida útil comestible. El método de enfriamiento en cámaras consiste en disminuir la temperatura del producto en cuartos fríos. El producto puede ser enfriado dentro de las mismas cajas que se usan para su cosecha o después de ser seleccionado y empacado. Este sistema se usa principalmente en productos que tienen una vida de poscosecha relativamente larga, que toleran un ritmo lento de eliminación del calor (horas, días) y que no soportan el contacto con el agua como medio de enfriamiento (Arias y Toledo, 2000).

Las condiciones de conservación de papaya según Barbeau (1990) dentro de una cámara de enfriamiento son de 7 a 10 °C con humedades relativas de entre 85 y 90 % para poder conservar la fruta de 7 a 20 días. También se ha reportado que la temperatura óptima de almacenamiento para papaya es de 16 °C por 17 días, ya que a temperaturas menores de 10 °C esta es sensible a los daños por frío (Sankat y Maharaj, 1997).

Por otra parte Paull *et al.* (1997) se refiere a la conservación poscosecha de la papaya comenzando con que los frutos defectuosos son eliminados antes de su

desinfección, para posteriormente ser clasificados por tamaño y color, y finalmente empaquetarlos a mano en cajas de cartón con una capacidad de alrededor de 4.5 a 6 Kg. Los frutos dentro de los envases de cartón se llevan a refrigeración a temperaturas de 10 a 12 °C con la finalidad de retrasar la maduración antes del envío; algunos paquetes de fruta se almacenan a temperaturas de entre 22 y 25 °C durante 1 ó 2 días antes de la refrigeración y el transporte marítimo (Paull *et al.*, 1997).

2.4.1. Daños por frío

Las frutas tropicales y subtropicales son susceptibles a sufrir alteraciones fisiológicas en un rango de temperatura de aproximadamente 5 a 14 °C. Por lo que se debe tener cuidado para no prerenfrigerar o almacenar los productos a una temperatura inferior a la recomendada, ya que normalmente los efectos visibles de los daños causados por el frío no aparecen hasta que el producto se pone a la venta del consumidor final. Algunos de estos efectos son: maduración inadecuada, picaduras, pudrición, descomposición y cambio de coloración con aparición de pequeñas manchas (pitting) de color marrón, de uno a dos milímetros de diámetro, sobre la superficie de la fruta o decoloración de la cáscara (Arias y Toledo, 2000).

La papaya es susceptible al daño por enfriamiento por lo cual no debe almacenarse a menos de 7 °C por períodos breves. La fruta puede conservarse de 7 a 21 días con 7 a 13 °C y una humedad relativa de 85 a 90 % dependiendo del grado de maduración. La fruta 100 % madura es más resistente al frío que

la parcialmente madura. La temperatura para maduración organoléptica es de 21 a 27 °C (Arias y Toledo, 2000).

Es norma general que cuanto más baja haya sido la temperatura durante el proceso de conservación más tiempo se necesita para obtener cambios en las características organolépticas de la fruta madura como son color, jugosidad, aroma, una vez que es sacada de la cámara (Molinas y Duran, 1970).

2.5. Pérdida de peso

La fruta cosechada pierde agua por transpiración de manera irreversible. Como consecuencia, el producto sufre una serie de alteraciones fisiológicas que aceleran los procesos de senescencia, síntesis de etileno y deterioro de tejidos. Esto, conjuntamente con los síntomas externos de marchitez y arrugamiento del producto, afectan seriamente su calidad comercial. Los daños físicos ocasionan la ruptura de células por medios físicos, lo que permite que las enzimas entren en contacto con sustancias de las cuales normalmente se encuentran separadas. Como consecuencia, se producen una serie de reacciones químicas que conducen al deterioro de las células. El tejido dañado frecuentemente se torna marrón o negro debido a la síntesis de melanina. La producción de olores y sabores atípicos y desagradables es también una característica de los tejidos afectados (Arias y Toledo, 2000).

El efecto neto de la transpiración es una pérdida de agua del producto cosechado, que no puede ser reemplazada. La velocidad con que se pierde esta agua será un factor determinante en la vida de poscosecha del producto.

La pérdida de agua causa una disminución significativa del peso y a medida que avanza, disminuye la apariencia y elasticidad del producto perdiendo su turgencia, es decir, se vuelve blando y marchito (FAO, 1987)

La temperatura alta es el factor ambiental que más influye en el deterioro del producto cosechado. En general, el ritmo de deterioro del producto es dos a tres veces mayor por cada incremento de 10 °C por encima de la temperatura óptima de conservación de los productos. Adicionalmente, la fruta sufre excesiva pérdida de agua por transpiración; todo lo cual daña el producto (Arias y Toledo, 2000).

El fruto de papaya pesa de entre 255 g a 6.8 Kg con un grosor de pulpa de 1.5 a 4 cm (Nakasone and Paull, 1998) aunque puede alcanzar hasta nueve kilogramos en peso fresco, que es de forma ovoide o cilíndrica de 10 a 50 cm de longitud y que la pulpa es de sabor dulce, con un grosor de entre 2.5 a 5 cm (Sauri, 2001).

2.6. Sólidos Solubles Totales (Grados Brix)

Los carbohidratos son los componentes químicos más abundantes del peso seco de frutas y hortalizas (Maness y Perkins, 2003); se pueden clasificar en tres grupos, carbohidratos solubles, de almacenamiento y estructurales (Yahia y Ciapara, 1992; Maness y Perkins, 2003). Los carbohidratos solubles son solubles en agua y contribuyen significativamente tanto en la calidad como en la estabilidad del almacenamiento de frutas y hortalizas, se miden en grados Brix. (Maness y Perkins, 2003; Mora y Bogantes, 2004).

Un grado Brix o también conocido como grados Fisher, equivale a 1 % de azúcar en solución (Perry, 1982) y se utiliza para medir la cantidad aproximada de azúcares en soluciones como zumos o frutos cosechados.

Los sólidos solubles totales en la pulpa de papaya pueden ser tan bajos como del 5 % o altos como del 19 % (Nakasone and Paull, 1998) aunque Sauri (2001) y Areiza (1999) mencionan que la papaya contiene alrededor de 9 % de azúcares.

Los azúcares empiezan a acumularse hasta los 110 días desde la antesis y durante los últimos 28 a 42 días del desarrollo de la fruta (Nakasone and Paull, 1998).

2.7. Color

El color suele ser usado como un indicativo de la calidad en frutas y hortalizas, y sus cambios son consecuencia de las variaciones en la composición de los pigmentos como clorofilas, antocianinas y carotenoides (Maestrelli, 2000).

Por otra parte Minolta (2003) define el color como una expresión de la percepción e interpretación subjetiva, ya que varias personas pueden observar un mismo objeto y expresaran el color del mismo de una forma totalmente diferente.

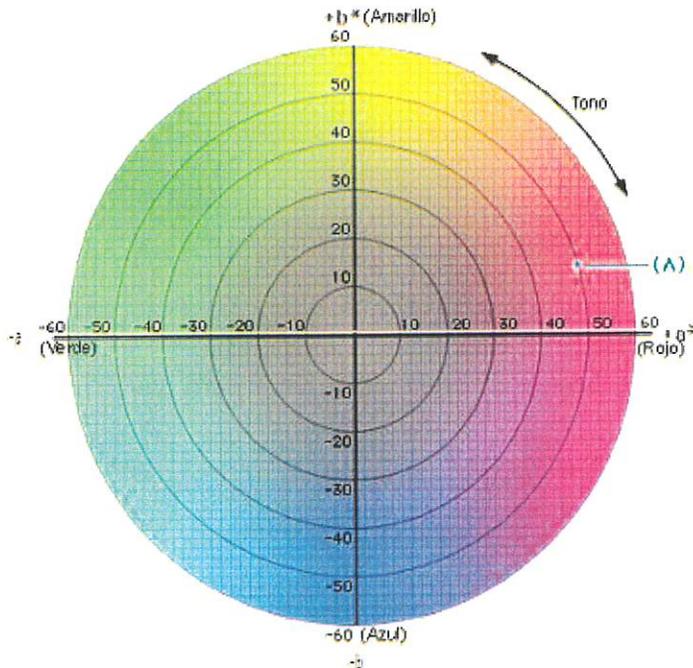


Figura 1. Diagrama de la ubicación de color de los parámetros a y b.

El espacio de color $L^*a^*b^*$ (también llamado CIELAB) es uno de los espacios más populares para medir el color de los objetos y se utiliza ampliamente en casi todos los campos. En este espacio, L indica luminosidad y a y b son las coordenadas de cromaticidad. En la Figura 1 se muestra el diagrama de cromaticidad de a, b. En este diagrama, a y b indican direcciones de colores: +a es la dirección del rojo, -a es la dirección del verde, +b es la dirección del amarillo y -b es la dirección del azul. El centro es acromático; a medida que los valores de a y b aumentan y el punto se separa del centro, la saturación del color se incrementa (Minolta, 2003).

El espacio de color L^*C^*h utiliza el mismo diagrama que el espacio de color $L^*a^*b^*$, pero utiliza coordenadas cilíndricas en lugar de coordenadas rectangulares. En este espacio de color, L indica la luminosidad o brillantez

cuyos valores varían desde cero que representa colores totalmente oscuros (negros) hasta cien que representa colores de máxima brillantez (blancos), C^* es la croma y h es el ángulo del tono. El valor de la croma C^* es 0 en el centro y aumenta de acuerdo con la distancia respecto al centro. El ángulo del tono h se define como comenzando en el eje $+a^*$ y se expresa en grados: 0° sería $+a^*$ (rojo), 90° sería $+b^*$ (amarillo), 180° sería $-a^*$ (verde) y 270° sería $-b^*$ (azul) (Minolta, 2003).

2.7.1. Color de la pulpa

El color de la pulpa en papaya es de blanco a un naranja-amarillo pálido en frutos inmaduros, rosa salmón o rojo en frutos maduros, dependiendo del cultivar (Nakasone and Paull, 1998).

2.7.2. Color de la cáscara

A medida que se incrementa el color de la cáscara de papaya, la pulpa se vuelve más colorida y aromática. Cuando toda la superficie de la fruta es de color amarillo y aparecen pequeñas manchas de color café, el fruto entra en la etapa de la sobre maduración iniciándose su deterioro. Si bien la cosecha al estado verde-maduro asegura una mayor vida útil de poscosecha del producto, la dificultad que existe para diferenciar un fruto verde-maduro de uno inmaduro hace difícil la utilización de este índice de madurez en la práctica (Arias y Toledo, 2000).

2.8. Firmeza

La madurez gustativa se da a causa de las reacciones químicas de la maduración, ya que disminuye la presión osmótica celular y por lo tanto se produce un reblandecimiento de la pulpa (Molinas y Duran, 1970).

Las sustancias pécticas son los elementos estructurales de las capas internas y primarias de la pared celular de las plantas superiores, las modificaciones en su grado de polimerización y esterificación pueden producir cambios en la textura de las frutas y hortalizas durante la maduración, el almacenamiento o durante su procesado (Fennema, 2000).

A medida que se incrementa el color de la cáscara de papaya, la pulpa se torna más suave (Arias y Toledo, 2000).

2.9. Acidez

En la maduración, la relación de azúcares y ácidos varía, ya que los ácidos disminuyen cuando los azúcares incrementan su concentración (Molinas y Duran, 1970).

La papaya se considera como una buena fuente de provitamina A y de vitamina C (Sauri, 2001).

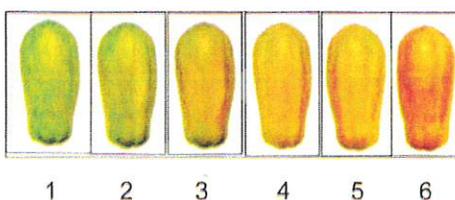
El pH del fruto es de 5.7 y presenta una acidez de 0.064 % (Sauri, 2001). Aunque Areiza (1999) menciona un contenido de ácido de 0.3 %.

El contenido de vitamina E en frutas es bastante bajo; sin embargo, la papaya es una de las frutas que destaca por ser principal fuente de esta vitamina (Cano *et al.*, 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En la presente investigación se realizó el análisis físico-químico de frutos de papaya Maradol (*Carica papaya* L.) proveniente de Hopelchen Campeche, México; los cuales fueron cosechados el día cuatro de mayo de 2009. La papaya cosechada y tratada con manzate fue empacada en cajas de cartón (nueve frutos por caja) y posteriormente transportada al Laboratorio de Fisiología de Frutales del Departamento de Fitotecnia dentro de la Universidad Autónoma Chapingo en el Estado de México. Las características de recepción de la papaya fueron las siguientes:

a) Grado de madurez cero y uno, esta clasificación se hizo de acuerdo al color que presenta la cáscara al momento de ser cortado, se considera grado cero cuando la coloración de la cáscara es en su totalidad verde y grado uno cuando se presenta una sola línea color amarilla a lo largo del fruto (Figura 2).



- ❖ CALIDAD: PREMIUM
- ❖ COLOR DE LA PULPA: ROJO
- ❖ TAMAÑO: 6, 8, 9, 10, Y/O 12 PIEZAS POR CAJA
- ❖ GRADOS DE MADUREZ: 1, 2, 3, 4, 5, 6.
- ❖ DISPONIBILIDAD: TODO EL AÑO

Figura 2. Características del grado de madurez de papaya Maradol

b) Sin y con presencia de pedúnculo, considerando frutos “sin pedúnculo” aquellos que midieron entre 0 y 12 milímetros y “con pedúnculo” los de longitud mayor a 12 milímetros (Figura 3).

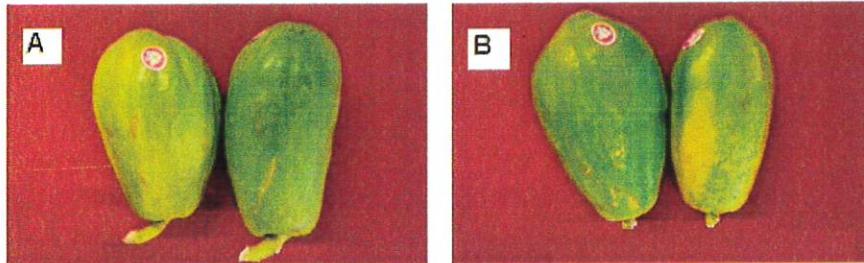


Figura 3. A) Grado de madurez uno (izquierda) y grado de madurez cero (derecha) con presencia de pedúnculo. B) Grado de madurez cero (izquierda) y grado de madurez uno (derecha) sin presencia de pedúnculo.

Los frutos fueron almacenados, dentro de las mismas cajas, en tres cámaras frigoríficas del laboratorio. Las temperaturas de almacenamiento se mantuvieron constantes y fueron de 6, 9 y 12 °C con Humedad Relativa de entre 85 y 90 %. En cada cámara se almacenaron tres cajas por tratamiento, teniendo un total de 12 cajas por frigorífico. De la misma forma, dentro del laboratorio pero a temperatura ambiente (22 ± 1 °C), se mantuvieron doce cajas más de fruta. El tiempo de almacenamiento de los frutos fue de 21 días.

Se obtuvo un total de 16 tratamientos, los cuales se formaron por los factores grado de madurez cero y uno, presencia o ausencia de pedúnculo y cuatro temperaturas de almacenamiento, dando de esta forma un factorial $2 \times 2 \times 4$ (Cuadro 1). El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones y se hicieron ocho evaluaciones, ya que se muestreo cada tercer día durante los 21 días.

Se realizó análisis de varianza y comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), así como el análisis de correlación. Para los análisis se empleó el paquete de estadístico SAS V8 (Statistical Analysis System).

Cuadro 1. Acomodo de los tratamientos del experimento con papaya Maradol, para medir variables en su almacenamiento poscosecha.

Tratamiento	Temperatura (°C)	Grado de madurez	Pedúnculo	Número de cajas
1	22±1	0	Con	3
2	22±1	0	Sin	3
3	22±1	1	Con	3
4	22±1	1	Sin	3
5	6	0	Con	3
6	6	0	Sin	3
7	6	1	Con	3
8	6	1	Sin	3
9	9	0	Con	3
10	9	0	Sin	3
11	9	1	Con	3
12	9	1	Sin	3
13	12	0	Con	3
14	12	0	Sin	3
15	12	1	Con	3
16	12	1	Sin	3

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

3.1. Pérdida de peso¹ (g). Se registró el peso de los frutos cada tercer día, durante los 21 días, donde se utilizó una báscula digital y con la fórmula: pérdida de peso (%) = $\{(\text{peso inicial}-\text{peso final})/\text{peso inicial}\} \times 100$, el resultado se expresó en porcentaje de pérdidas de peso.

¹ Evaluación no destructiva, ya que se utilizó el mismo fruto durante todo el experimento.

3.2. Sólidos Solubles Totales (° Brix)². Cuantificados con refractómetro digital portátil PAL-1 (ATAGO, USA) con escala de 0 a 53°. Previamente a la medición el aparato se calibró con agua destilada y posteriormente se tomó la lectura utilizando una gota del jugo de la fruta obtenido al moler la pulpa.

3.3. Acidez de la pulpa². Se determinó mediante titulación de 10 mL de jugo de la pulpa con NaOH al 0.1N (A. O. A. C., 1984). El resultado se expresó en porcentaje de ácido málico empleando la fórmula:

$$\text{Ácido málico (\%)} = \frac{(\text{mL de NaOH}) (N)(0.064)}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

En donde:

Ácido málico (%) = expresado en porcentaje

mL de NaOH = mililitros gastados de NaOH en la titulación

N = normalidad del NaOH

0.064 = miliequivalentes de ácido málico

² Evaluación destructiva, ya que se utilizó diferente fruto durante el experimento para realizar la medición.

3.4. Color de la pulpa² y color de la cáscara¹ . Con un colorímetro digital se obtuvieron las dimensiones Hunter "L", "a" y "b" en donde L define la luminosidad o brillantes de la muestra, a y b permiten determinar los parámetros ángulo de tono (Hue) y cromaticidad.

La medición del color en la cáscara se efectuó en la zona ecuatorial del fruto, en el cual al inicio de la evaluación le fue marcado un círculo para hacer la medición durante las ocho evaluaciones y siempre en el mismo sitio.

Los parámetros croma y tono fueron determinados con ayuda de los parámetros de medición "a" y "b" que fueron sustituidos en las siguientes fórmulas:

$$\text{Croma} \quad C = \sqrt{(a)^2 + (b)^2}$$

$$\text{Tono} \quad h = \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \right)$$

3.5. Firmeza de la pulpa² (Newtons). La determinación se realizó en la zona ecuatorial del fruto retirando la cáscara del punto de medición. Se midió con penetrómetro digital Compact Gauge (Cole Palmer, USA) montado en una prensa manual, con punta en forma de cono de 0.6 mm de altura y diámetro de 0.7 mm.

¹ Evaluación no destructiva, ya que se utilizó el mismo fruto durante todo el experimento.

² Evaluación destructiva, ya que se utilizó diferente fruto durante el experimento para realizar la medición.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PÉRDIDA DE PESO

4.1.1. Tiempo de almacenamiento

Los resultados mostrados en el Cuadro 2, indican que no existe diferencia estadística significativa entre los días de almacenamiento.

Cuadro 2. Efecto de diferentes factores en la pérdida de peso de papaya Maradol almacenada durante 21 días.

	Pérdida de peso (g)							
Día	1	3	6	9	12	15	18	21
Peso (g)	1676.3a ^z	1656.1a	1647.1a	1629.5a	1624.3a	1613.3a	1602a	1587.5a
DMSH	187.25							
Grado de cosecha	0	1						
Peso (g)	1686.9a	1572.1b						
DMSH	60.329							
Pedúnculo	Sin	Con						
Peso (g)	1562.7b	1696.4a						
DMSH	60.329							
Temp. (°C)	6	9	12	22				
Peso (g)	1556.6b	1666.4ab	1690.7a	1604.4ab				
DMSH	112.04							
CV (%)	18.421							

^z Letras iguales en el sentido de las filas indica igualdad estadística de acuerdo a la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5 %. DMSH: Diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación.

Se tiene, que la pérdida de peso a los 21 días fue de 5.3 % (Figura 4) y según lo reportado por Arévalo *et al.* (2007) el almacenamiento refrigerado reduce la

calidad comercial de los frutos al registrar pérdidas de peso superiores a 10 % en frutos de chicozapote.

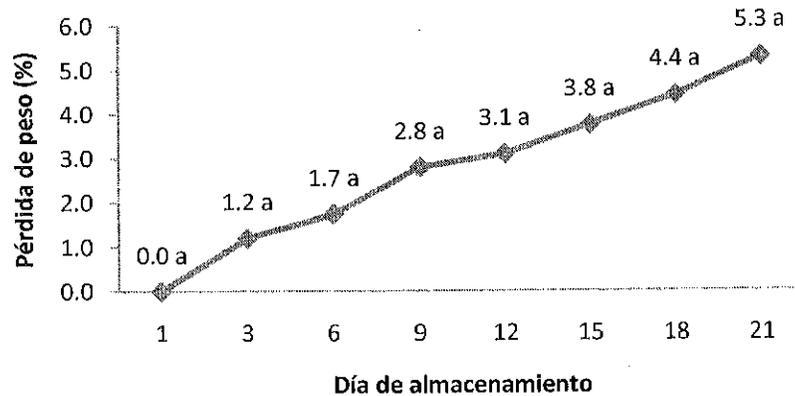


Figura 4. Comportamiento del porcentaje de la pérdida de peso de papaya Maradol almacenada durante 21 días.

4.1.2. Grado de cosecha

De acuerdo al grado de cosecha en el que fue cortada la fruta se presentó una diferencia estadística significativa entre los dos grados de madurez (Cuadro 2) teniendo un porcentaje de pérdida de peso mayor en la fruta cosechada en grado de madurez uno (Figura 5) en comparación al grado cero; esto puede ser debido a que la pérdida de agua se incrementa por efecto de la transpiración a medida de que se va dando la maduración en los frutos (Hardenburg *et al.*, 1988).

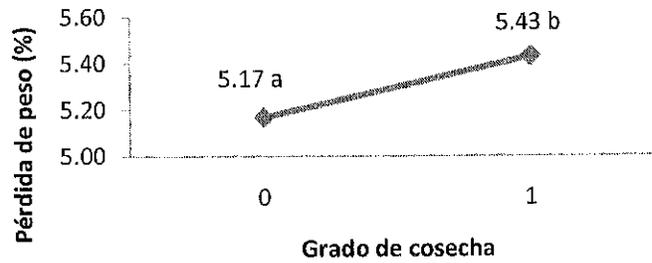


Figura 5. Comportamiento del porcentaje de pérdida de peso de papaya Maradol en dos grados de cosecha y almacenada durante 21 días.

4.1.3. Pedúnculo

La diferencia entre el porcentaje de pérdida de peso en frutos con o sin presencia de pedúnculo es estadísticamente diferente (Cuadro 2). Teniendo que los frutos que carecen de éste pierden 5.5 % y los frutos con pedúnculo solamente un 5.09 %.

Pérdidas de humedad del tres al seis por ciento son suficientes para producir un marcado desmejoramiento de la calidad en muchos productos (Hardenburg *et al.*, 1988).

Wills *et al.* (1998) menciona que las lesiones aceleran considerablemente las pérdidas de agua en los tejidos, por lo que se puede resumir que al cosechar el fruto con presencia de pedúnculo se tiene un tejido más completo en comparación con el que se cosecha recortando el pedúnculo a ras del fruto y esto provocó que la pérdida de peso en los frutos con pedúnculo fuera menor (Figura 6).

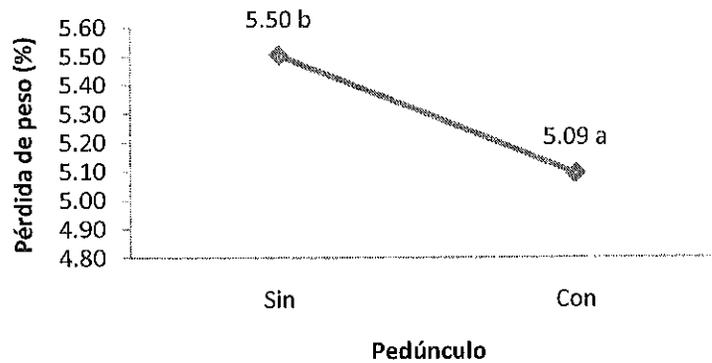


Figura 6. Comportamiento en el porcentaje de pérdida de peso de papaya Maradol con y sin presencia de pedúnculo.

4.1.4. Temperatura de almacenamiento

Existen diferencias estadísticamente significativas entre las cuatro temperaturas de almacenamiento (Cuadro 2). En la Figura 7 se muestra claramente que a 6 °C se perdió el 3.21 %, 9 °C el 3.48 % y a 12 °C el 3.75 %, mientras que los frutos almacenados a temperatura ambiente perdieron 10.76 % de su peso inicial, esto coincide con lo reportado por Martínez *et al.* (2008) quienes mencionan que la temperatura es un método disponible para minimizar las pérdidas de agua y entre menor es hay mayor eficiencia, sin embargo esto no quiere decir que entre más baja es ésta, sea la más adecuada para conservar un producto. De hecho toda reducción de temperatura se traduce en un descenso de la velocidad de cambio de cualquier parámetro (Wills *et al.*, 1998).

Belitz y Grosch (1997) menciona que durante el almacenamiento se producen pérdidas de peso a causa del agua que se evapora y que estas pueden ser de entre 3 y 10 %, lo que indica que las cuatro temperaturas de almacenamiento

empleadas en este experimento resultan dentro del rango de pérdidas de peso normales o comúnmente encontradas en otros productos.

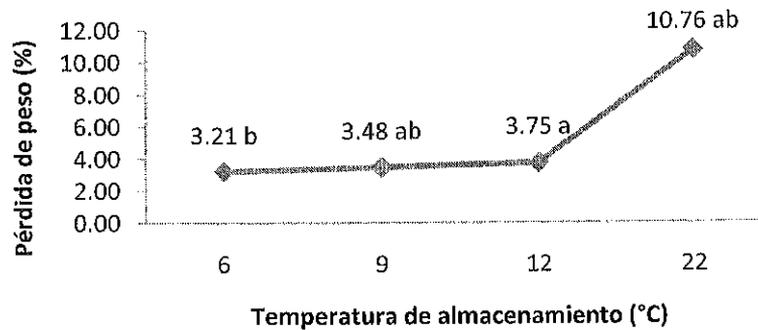


Figura 7. Comportamiento en el porcentaje de pérdida de peso de papaya Maradol almacenada durante 21 días a diferentes temperaturas.

Pantastico (1979) menciona que la pérdida de agua en un fruto es traducida como pérdida de peso en el mismo debido a su transpiración. Por lo que entonces se tiene que a medida de que aumenta la temperatura, la transpiración de los frutos se acelera y por consiguiente se tiene una pérdida de peso mayor que las pérdidas a temperaturas bajas (Lurie, 2001 y Pérez, 1997).

Las pérdidas de peso fueron afectadas por la interacción de los factores temperatura y días de almacenamiento. La pérdida de agua fue gradual, incrementándose con las temperaturas y el período prolongado de almacenamiento refrigerado (Undurraga *et al.*, 2007).

Se ha demostrado que la combinación de tiempo y temperatura de almacenamiento es particularmente importante en la extensión de la vida útil de las frutas en términos de textura, pérdidas de peso, pH y otros cambios nutricionales (Castellano *et al.*, 2005).

4.2. SÓLIDOS SOLBLES TOTALES (° BRIX)

4.2.1. Tiempo de almacenamiento

Existen diferencias estadísticas significativas (Cuadro 3) en la concentración de grados brix de acuerdo al paso de los días. A los doce días de almacenamiento, la papaya presentó 6.76 % de la concentración de azúcares, siendo este el valor más alto cuantificado. El contenido de azúcares en la papaya es de entre 10 a 13 % (Sankat and Maharaj, 1997).

Cuadro 3. Efecto de diferentes factores en la concentración de azúcares (°Bx) en pulpa de papaya Maradol almacenada durante 21 días.

Día	Azúcares (°Bx)							
	1	3	6	9	12	15	18	21
°Bx	6.21 ab ²	4.98 c	6.19 ab	6.31 ab	6.76 a	6.21 ab	5.58 bc	6.01 ab
DMSH	0.757							
Grado de cosecha	0	1						
°Bx	5.72 b	6.34 a						
DMSH	0.244							
Pedúnculo	Sin	Con						
°Bx	6.28 a	5.78 b						
DMSH	0.244							
Temperatura (°C)	6	9	12	22				
°Bx	5.56 c	5.64 c	6.16 b	6.77 a				
DMSH	0.453							
CV (%)	20.125							

² Letras iguales en el sentido de las filas indica igualdad estadística de acuerdo a la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5 %. DMSH: diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación.

La maduración de los frutos está ligada a diferentes cambios físico químicos como son el “endulzamiento” de la pulpa, esto se debe a la degradación de almidones y ácidos contenidos en el fruto que a medida en que pasa el tiempo de recolección se degradan para formar azúcares (Belitz y Grosch, 1997).

4.2.2. Grado de cosecha

De acuerdo al grado de cosecha de los frutos de papaya, se presentaron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 3) teniendo que los frutos cortados en el grado uno presentaron 0.62 °Bx más que los de grado cero, resultados lógicos ya que la maduración es más avanzada en los primeros frutos mencionados.

Durante la maduración se reduce gradualmente el contenido de alcoholes, sólidos insolubles, almidones y minerales, dicha reducción incrementa el contenido total de azúcares (Acosta, 1997). Es por ello que en el grado de madurez uno, que es más avanzado, fue en el que se presentó un mayor contenido en el porcentaje de grados brix.

4.2.3. Pedúnculo

En el factor pedúnculo existe diferencia estadística significativa (Cuadro 3) entre ellas, teniendo un mayor porcentaje de grados brix en los frutos a los que se les fue cortado el pedúnculo.

4.2.4. Temperatura de almacenamiento

Existen diferencias estadísticamente significativas en la concentración de grados brix en la pulpa de papaya de acuerdo a la temperatura empleada para el almacenamiento de los frutos (Cuadro 3). Siendo la temperatura de 22 °C en la cual se generó un porcentaje mayor de azúcares, ya que como se ha

mencionado, el incremento en la temperatura de conservación acelera las reacciones físicas y químicas de los productos.

4.3. ACIDEZ DE LA PULPA

4.3.1. Tiempo de almacenamiento

Las diferencias estadísticas para la concentración de ácido málico en cuanto al tiempo de almacenamiento fueron significativas (Cuadro 4) siendo el sexto día de almacenamiento en el que se presentó la mayor cantidad de ácido málico en la pulpa. Los resultados obtenidos fueron muy cercanos a los reportados por De Lima *et al.* (2009) quien encontró que la acidez titulable de papaya oscila entre 0.074 y 0.09 %.

Cuadro 4. Efecto de diferentes factores sobre la concentración de ácido málico en la pulpa de papaya Maradol almacenada durante 21 días.

		Acidez de la pulpa en porcentaje (%)							
Día		1	3	6	9	12	15	18	21
A. Málico		0.0801c ^z	0.0649d	0.1154a	0.0948b	0.08c	0.073cd	0.0664d	0.0422e
DMSH		0.012							
Grado de cosecha		0	1						
Á. Málico		0.075943a	0.078250a						
DMSH		0.0							
Pedúnculo		Sin	Con						
Á. Málico		0.077693a	0.0765a						
DMSH		0.0							
Temperatura (°C)		6	9	12	22				
Á. Málico		0.081917a	0.0766ab	0.0788a	0.071b				
DMSH		0.007							
CV (%)		25.68434							

^z Letras iguales en el sentido de las filas indica igualdad estadística de acuerdo a la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5 %. DMSH: diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación.

Corrales (1994) y Pérez *et al.* (1997) mencionan que la acidez titulable disminuye a medida en que se incrementa el tiempo de almacenamiento. Es por ello que la concentración de ácido málico en la papaya fue menor al paso de los días.

4.3.2. Grado de cosecha

El grado de cosecha no presentó diferencias estadísticas significativas en la concentración de ácido málico (Cuadro 4) de los frutos almacenados bajo las condiciones de esta investigación.

En la mayor parte de los casos se encontró que durante la maduración el contenido de ácidos disminuye (Belitz y Grosch, 1997) y aunque aquí el grado más avanzado de cosecha es el que presentó la mayor concentración no es considerable ya que estadísticamente no existe tal diferencia.

4.3.3. Pedúnculo

La presencia de pedúnculo no fue un factor que afectara la concentración de ácido en la pulpa, ya que las diferencias estadísticas no fueron significativas (Cuadro 4).

4.3.4. Temperatura de almacenamiento

La temperatura de almacenamiento presentó diferencias estadísticas significativas (Cuadro 4) en cuanto a la concentración de ácido málico, teniendo entonces que a temperaturas de almacenamiento bajas la concentración de

ácido es más alta que a temperaturas altas. Estos valores obtenidos coinciden con los establecidos por Valor y Manzano (2000) y Corrales (1994), quienes reportaron disminución de la acidez con el avance del tiempo de almacenamiento y que los menores valores de esta variable se registraron a mayor temperatura. Esto es porque los ácidos son usados como sustratos respiratorios (Taiz y Zeiger, 2002), además de que los ácidos orgánicos contribuyen con el sabor creando un balance con los azúcares (Wills *et al.*, 1998).

4.4. COLOR DE LA PULPA

4.4.1. Tiempo de almacenamiento

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el parámetro luminosidad o brillantez del color en la pulpa de los frutos almacenados durante 21 días (Cuadro 5), teniendo que a medida que la fruta va madurando la brillantez del color va disminuyendo de color claro con 50.5 a más oscuro con 37.7 al paso de los días de almacenamiento.

Al analizar los valores de croma se encontró que los días de almacenamiento hicieron que se presentaran diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 5).

Existió diferencia estadística a lo largo de los días de almacenamiento en el color de la pulpa indicado por el ángulo Hue (Cuadro 5) siendo el día seis en el que se presentó el mayor valor.

Cuadro 5. Efecto de diferentes variables en el color de la pulpa.

Día	Color de la pulpa							
	1	3	6	9	12	15	18	21
L	50.452a ^z	46.691ab	43.529bc	41.33cd	39.94cd	37.77d	41.76c	37.74d
DMSH	3.8944							
CV (%)	14.723							
C	25.473c	26.012c	38.614a	27.61bc	31.02bc	30.04bc	31.06bc	33.02ab
DMSH	5.6491							
CV (%)	29.83							
H	65.7ab	64.6ab	71.5a	59.6b	62.3ab	58.5b	59.8b	56.5b
DMSH	11.385							
CV (%)	29.29							
Grado de cosecha	0	1						
L	44.66a	40.15b						
DMSH	1.26							
CV (%)	14.72							
C	27.92b	32.79a						
DMSH	1.82							
CV (%)	29.83							
h	67.72a	56.88b						
DMSH	3.67							
CV (%)	29.29							
Pedúnculo	Sin	Con						
L	42.24a	42.57a						
DMSH	1.26							
CV (%)	14.72							
C	31.1a	29.61a						
DMSH	1.82							
CV (%)	29.83							
h	61.98a	62.62a						
DMSH	3.67							
CV (%)	29.29							
Temp. (°C)	6	9	12	22				
L	42.82a	43.82a	43.18a	39.18b				
DMSH	2.33							
CV (%)	14.72							
C	30.33b	28.53b	28.71b	33.86a				
DMSH	3.38							
CV (%)	29.83							
h	61.3ab	65.51a	64.77a	57.62b				
DMSH	6.82							
CV (%)	29.29							

^z Letras iguales en el sentido de las filas indica igualdad estadística de acuerdo a la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5 %. DMSH: diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación.

4.4.2. Grado de cosecha

La maduración de los frutos está ligada a diferentes cambios físico químicos como son el cambio de color de pulpa (Belitz y Grosch, 1997) y el color que a su vez es un factor muy importante en la aceptación de los frutos, ya que a menudo se asocia con la calidad, sabor y en muchos casos se emplea como índice de madurez (Acosta, 1997).

Existen diferencias estadísticas significativas entre los dos grados de cosecha de la fruta para el factor luminosidad (Cuadro 5) encontrándose que los frutos cortados en grado de cosecha uno presentaron colores más oscuros (40.15) con respecto a los del grado cero que fueron más blancos (44.66).

Para el factor croma se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los dos grados de cosecha (Cuadro 5) con diferencia de que el croma del color se presentó con mayor intensidad en los frutos cosechados en grado uno.

En cuanto al ángulo Hue se tuvieron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 5) siendo el grado de cosecha cero en el que se presentó el ángulo mayor.

4.4.3. Pedúnculo

La presencia o ausencia de pedúnculo en el fruto de papaya Maradol no es un factor que afecte los parámetros de color, ya que no se presentaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 5).

4.4.4. Temperatura de almacenamiento

La brillantez del fruto presentó diferencias estadísticas significativas entre las temperaturas de almacenamiento (Cuadro 5), siendo la de 22 °C en donde se tuvo la lectura más baja de este parámetro.

El valor de croma tuvo diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 5) ya que a temperatura de 22 °C fue en donde se presentó un croma mayor en el color de la pulpa.

Finalmente el ángulo de Hue también presentó diferencias estadísticas significativas entre las temperaturas (Cuadro 5), donde el valor más alto se presentó en la temperatura de almacenamiento de 9 °C.

4.5. COLOR DE LA CÁSCARA

4.5.1. Tiempo de almacenamiento

El color de la cáscara presentó diferencias estadísticas significativas entre los días de almacenamiento (Cuadro 6), teniendo que al día 15 se mostró el mayor valor para luminosidad, el croma se encontró en mejor valor para el día 21 y el ángulo de tono reveló un color más amarillento también al día 21, lo que nos indica que el paso del tiempo contribuye al desarrollo de color comercial de los frutos.

Cuadro 6. Efecto de las diferentes variables en el color de la cáscara.

Día	Color de la cáscara							
	1	3	6	9	12	15	18	21
L	40.25bc ^z	39.51c	41.27abc	42.17ab	42.28ab	43.1a	42.55ab	42.64ab
DMSH	2.65							
CV (%)	10.18							
C	29.54c	29.16c	32.2bc	33.43ab	32.84ab	33.2ab	35.63a	35.91a
DMSH	3.13							
CV (%)	15.34							
h	107.4ab	106.5ab	107.2ab	108a	105.3abc	105.7ab	101.3bc	99.4c
DMSH	6.19							
CV (%)	9.43							
Grado de cosecha	0	1						
L	39.7b	43.73a						
DMSH	0.85							
CV (%)	10.18							
C	29.99b	35.47a						
DMSH	1.01							
CV (%)	15.34							
h	108.15a	102.06b						
DMSH	1.99							
CV (%)	9.43							
Pedúnculo	Sin	Con						
L	40.82b	42.61a						
DMSH	0.8531							
CV (%)	10.18							
C	31.87 b	33.60 a						
DMSH	1.01							
CV (%)	15.34							
h	104.83 a	105.38 a						
DMSH	1.9926							
CV (%)	9.433							
Temp. (°C)	6	9	12	22				
L	40.325 b	41.272 b	40.246 b	45.02 a				
DMSH	1.5844							
CV (%)	10.18							
C	34.02 a	32.26 ab	30.59 b	34.06 a				
DMSH	1.874							
CV (%)	15.34							
h	106.514 a	110.181 a	109.112 a	94.603 b				
DMSH	3.7005							
CV (%)	9.433							

^z Letras iguales en el sentido de las filas indica igualdad estadística de acuerdo a la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5 %. DMSH: diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación.

4.5.2. Grado de cosecha

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para los tres factores de medición de color, en los dos grados de cosecha de la fruta (Cuadro 6). La luminosidad y croma fueron mayores en el grado de cosecha uno, aunque en el ángulo de tono el grado de madurez cero fue el que presentó los frutos de color más intenso en amarillo.

La maduración de los frutos está ligada a diferentes cambios físico químicos como son el cambio de color, la transición más común es la que se da del color verde a otro color y está relacionada con la degradación de clorofila (Belitz y Grosch, 1997).

López da Silva *et al.* (2006) encontraron que la variable concentración de antocianina en muestras de fresas de la misma variedad y cosecha, indican gran influencia del grado de madurez, de los factores climáticos y el almacenamiento poscosecha de la misma.

Si bien la cosecha en estado verde-maduro asegura una mayor vida útil de poscosecha del producto, la dificultad que existe para diferenciar un fruto verde maduro de uno inmaduro hace difícil la utilización de este índice de madurez en la práctica (Arias y Toledo, 2000).

4.5.3. Pedúnculo

De la misma forma el factor pedúnculo mostró diferencias estadísticas significativas entre el valor de luminosidad y croma (Cuadro 6), siendo los frutos con pedúnculo los de valores mayores.

En cuanto al ángulo de tono no se presentaron diferencias significativas estadísticamente (Cuadro 6) y los valores de los ángulos indican colores en la cáscara de verde-amarillentos.

4.5.4. Temperatura de almacenamiento

En cuanto a la temperatura, se puede ver que existe diferencia estadística significativa en los tres factores de medición del color (Cuadro 6) teniendo una mayor luminosidad y croma en los frutos almacenados a temperatura ambiente y el ángulo de tono en el rango de amarillo se presentó igualmente a los 22 °C.

Este comportamiento de cambio en el color tanto de la pulpa como de la cáscara se dio ya que según Zambrano (2006) la maduración involucra cambios que llevan a obtener la máxima calidad comestible y estética de los frutos mediante cambios de color, sabor, textura y otros atributos sensoriales.

4.6. FIRMEZA DE LA PULPA

4.6.1. Tiempo de almacenamiento

El análisis estadístico mostró que existen diferencias significativas entre los días de almacenamiento (Cuadro 7). La firmeza de los frutos se redujo en forma significativa a medida del paso de los días. Esto se debe a que las enzimas pécticas contribuyen al ablandamiento de las paredes celulares durante la maduración (Fennema, 2000) y al incrementar la temperatura de almacenamiento también se incrementa la velocidad de madurez en los frutos.

Cuadro 7. Efecto de diferentes variables sobre la firmeza en la pulpa de papaya Maradol almacenada durante 21 días.

		Firmeza de la pulpa en Nw							
Día	1	3	6	9	12	15	18	21	
Firmeza	89.97 ^a	78.97 ^{bc}	72.42 ^{cd}	82.62 ^{ab}	60.32 ^e	64.14 ^{de}	54.99 ^e	56.22 ^e	
DMSH	9.84								
Grado de cosecha	0	1							
Firmeza	75.199 a	64.709 b							
DMSH	3.1685								
Pedúnculo	Sin	Con							
Firmeza	67.2 b	72.708 a							
DMSH	3.1685								
Temp. (°C)	6	9	12	22					
Firmeza	88.036 a	90.772 a	67.64 b	33.366 c					
DMSH	5.8843								
CV (%)	22.5358								

^z Letras iguales en el sentido de las filas indica igualdad estadística de acuerdo a la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5 %. DMSH: diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación.

La firmeza de los productos hortofrutícolas es un parámetro que depende del tiempo y que sufre cambios durante la vida poscosecha (Tucker, 1993).

4.6.2. Grado de cosecha

La firmeza de la pulpa presentó diferencias estadísticamente significativas causadas por el grado de madurez en el que fueron cosechados los frutos (Cuadro 7). El grado de cosecha fue un factor que reflejó considerablemente la diferencia de firmeza debido a que la maduración de los frutos está ligada a diferentes cambios físico químicos como son el ablandamiento de sus tejidos (Belitz y Grosch, 1997).

El ablandamiento de los frutos es un evento característico de la maduración, pero la pérdida de firmeza es un fenómeno que continúa durante la senescencia a causa de la degradación celular (Oliveira *et al.*, 2003).

En frutos de papaya, al menos dos de los componentes de la pared celular (hemicelulosas y pectinas) están envueltos en el proceso de maduración (Paull *et al.*, 1999) y la maduración de los frutos está ligada a diferentes cambios físico químicos como son el ablandamiento de sus tejidos (Belitz y Grosch, 1997) teniendo entonces que la pérdida de firmeza es un fenómeno que continúa durante la senescencia a causa de la degradación celular (Smith *et al.*, 2003).

4.6.3. Pedúnculo

La presencia de pedúnculo mostró una mayor firmeza en la pulpa de los frutos, de tal forma que hubo diferencia estadísticamente significativa entre estos dos factores de estudio (Cuadro 7).

4.6.4. Temperatura de almacenamiento

Las temperaturas de almacenamiento mostraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 7). La pérdida de firmeza fue mayor en condiciones de almacenamiento de 22 °C, lo que pudo haberse dado por el mayor metabolismo de los frutos debido a la condición térmica más alta a la que estuvieron expuestos. Los frutos que presentan una mayor firmeza presentan pérdidas de peso por magullamiento menores (Pantastico, 1979) por lo que en este caso se tiene que la mejor temperatura de almacenamiento para mantener la firmeza de los frutos es 9 °C.

Aunque la temperatura de almacenamiento contribuye a la pérdida de firmeza, Lazan y Ali (1993); Giovannoni *et al.* (1992); Rose y Bennett (1999) mencionan que los cambios de la estructura y la composición de la pared celular catalizado por enzimas, se consideran el factor principal del ablandamiento de las frutas.

4.7. INTERACCIONES

La acidez en la pulpa no presentó interacción entre los niveles de grado de madurez, pedúnculo y temperatura (Cuadro 8).

Las pérdidas de peso y firmeza de los frutos se vieron más afectados en los frutos cosechados en grado de madurez uno (Cuadro 8), ya que los procesos de maduración más avanzados hacen que se pierda agua en los tejidos del fruto y por lo tanto la turgencia se ve considerablemente afectada, siendo esta más baja en relación a la disminución de agua (Fennema, 2000).

Cuadro 8. Comparación de medias en las interacciones de los tratamientos evaluados.

Interacciones				
Tratamiento	Pérdida de peso (%)	Azúcares (°Bx)	Acidez (%)	Firmeza (N)
G*P				
Cero*Sin	1641.74a ^z	5.9167bc	0.077583a	74.071a
Cero*Con	1732.12a	5.5260c	0.074302a	76.326a
Uno*Sin	1483.60b	6.6458a	0.077802a	60.329b
Uno*Con	1660.59a	6.0417b	0.078698a	69.089ab
DMSH	94.142	0.5081	0.0109	9.585
G*T				
Cero*6	1534.55b	5.2604c	0.082271a	92.017a
Cero*9	1792.60a	5.3542c	0.078688a	94.536a
Cero*12	1817.81a	5.9167bc	0.076833a	75.634bc
Cero*22	1602.76b	6.3542ab	0.065979a	38.607d
Uno*6	1578.67b	5.8542bc	0.081563a	84.056ab
Uno*9	1540.09b	5.9167bc	0.074542a	87.008ab
Uno*12	1563.66b	6.4063ab	0.080792a	59.647c
Uno*22	1605.95b	7.1979a	0.076104a	28.125d
DMSH	157.26	0.8488	0.0183	16.011
P*T				
Sin*6	1395.72e	5.8438bc	0.081250a	85.427ab
Sin*9	1768.53a	5.7292c	0.075750a	88.843ab
Sin*12	1606.79bcd	6.6146ab	0.082604a	60.493c
Sin*22	1479.65de	6.9375a	0.071167a	34.036d
Con*6	1717.51abc	5.2708c	0.082583a	90.646ab
Con*9	1564.16cd	5.5417c	0.077479a	92.702a
Con*12	1774.68a	5.7083c	0.075021a	74.788bc
Con*22	1729.06ab	6.6146ab	0.070917a	32.696d
DMSH	157.26	0.8488	0.0183	16.011
CV (%)	15.50911	22.61056	38.05914	36.7824

^z Letras iguales en el sentido de las filas indica igualdad estadística de acuerdo a la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5 %. DMSH: diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación. G*P: grado de madurez por pedúnculo; G*T: grado de madurez por temperatura; P*T: pedúnculo por temperatura.

El contenido de azúcares se vio afectado en todas las interacciones de los tratamientos (Cuadro 8), teniendo entonces que la ausencia de pedúnculo, el almacenamiento a 12 °C y la cosecha de frutos en grado de madurez uno proporcionan buena concentración de sólidos solubles totales.

..... Continua Cuadro 8

Tratamiento	Interacciones					
	Color de la pulpa			Color de la cáscara		
	Luminosidad	Croma	Hue	Luminosidad	Croma	Hue
G*P						
Cero*Sin	44.754a ^z	28.591bc	68.574a	37.9944c	28.0283c	109.609a
Cero*Con	44.562a	27.246c	66.868a	41.4032b	31.9579b	106.687ab
Uno*Sin	39.719b	33.614a	55.385b	43.6416a	35.7064a	100.04c
Uno*Con	40.572b	31.965ab	58.368b	43.8231a	35.2415a	104.073b
DMSH	2.995	3.7127	7.3389	1.5207	1.9073	3.9568
G*T						
Cero*6	45.012ab	26.168b	65.386ab	37.2321bc	30.369cd	110.253abc
Cero*9	46.458a	25.608b	74.69a	39.7248b	30.151d	113.991a
Cero*12	45.071ab	26.848b	68.08ab	36.9598c	25.902e	112.899ab
Cero*22	42.092abc	33.051a	62.727abc	44.8785a	33.55bc	95.449e
Uno*6	40.635bc	34.484a	57.208bc	43.4179a	37.671a	102.775d
Uno*9	41.174bc	31.446ab	56.331bc	42.8185a	34.37b	106.371bcd
Uno*12	41.296bc	30.570ab	61.455bc	43.5319a	35.281ab	105.325cd
Uno*22	37.475c	34.659a	52.513c	45.161a	34.574ab	93.757e
DMSH	5.0029	6.2018	12.259	2.5403	3.1861	6.6097
P*T						
Sin*6	42.477ab	32.231ab	59.542a	41.1038bc	34.632ab	103.715b
Sin*9	44.386a	28.221b	67.598a	39.8915c	31.73bc	111.034b
Sin*12	41.78ab	29.5ab	62.917a	39.2156c	29.264c	109.827ab
Sin*22	40.303ab	34.458a	57.86a	43.061b	31.843bc	94.722c
Con*6	43.17ab	28.42ab	63.052a	39.5463c	33.408ab	109.313ab
Con*9	43.246ab	28.833ab	63.423a	42.6519b	32.791b	109.328ab
Con*12	44.587a	27.918b	66.617a	41.276bc	31.92bc	108.396ab
Con*22	39.264b	33.252ab	57.38a	46.9785a	36.281a	94.483c
DMSH	5.0029	6.2018	12.259	2.5403	3.1861	6.6097
CV (%)	18.96130	32.83412	31.62364	9.786101	15.64184	10.1064

^z Letras iguales en el sentido de las filas indica igualdad estadística de acuerdo a la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5 %. DMSH: diferencia mínima significativa honesta. CV: coeficiente de variación. G*P: grado de madurez por pedúnculo; G*T: grado de madurez por temperatura; P*T: pedúnculo por temperatura.

En cuanto a la coloración de la pulpa y cáscara se encontraron diferencias estadísticas en todos los parámetros medidos a excepción del ángulo Hue de la pulpa en la interacción de pedúnculo-temperatura (continuación Cuadro 8). La luminosidad de la pulpa presentó valores mayores en frutos cortados sin pedúnculo en grado de madurez cero y almacenados a 9 °C, mientras que para

la cáscara se presentaron en los frutos cortados con pedúnculo en grado de madurez uno y almacenados a 22 °C.

El croma de la pulpa presentó su rango mayor en los frutos cortados sin pedúnculo en grado de madurez uno y almacenados a 22 °C, para el croma de la cáscara los valores altos fueron en los de los frutos cortados en grado de cosecha uno con pedúnculo y almacenados a 6 °C.

Para el ángulo de Hue en la pulpa los colores más anaranjados se presentaron en frutos cortados sin pedúnculo en grado de madurez uno almacenados a 12 °C.

El color de la cáscara cambio de verde a amarillo en la mayoría de frutos cortados sin pedúnculo en grado de cosecha uno y almacenados a 22 °C.

5. CONCLUSIONES

El cortar frutos con un grado de cosecha más avanzado, tiempo de almacenamiento y temperatura de almacenamiento, incrementan considerablemente las pérdidas de peso y la concentración de azúcares, así como también la claridad e intensidad del tono de color en cáscara pasando de colores verde a amarillo.

La presencia de pedúnculo, incrementa las pérdidas de peso y hace que la concentración de azúcares disminuya y por otra parte aumenta la luminosidad sin afectar el ángulo de tono.

El tiempo o grado de cosecha y la presencia de pedúnculo en la fruta no fueron factores que afectaron el contenido de ácido málico en la pulpa.

Si aumenta la temperatura y los días de almacenamiento el contenido de ácido málico va disminuyendo paulatinamente en su concentración.

El incremento del tiempo de almacenamiento, temperatura de almacenamiento y grado de cosecha disminuyeron la luminosidad e incrementaron la intensidad del tono pasando de colores amarillo a anaranjado en la pulpa.

El aumento en la temperatura y tiempo de almacenamiento, así como también en el grado de cosecha y la ausencia de pedúnculo, representan pérdidas mayores en la firmeza del tejido de los frutos de papaya.

6. BIBLIOGRAFÍA

- A. O. A. C. (Association of Official Analytical Chemists). 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Fourteenth Edition. Published by the Association of Official Analytical Chemists, Inc. Arlington, Virginia. U. S. A. 1141 p.
- Acosta R., M. 1997. Calidad de tres cultivares de papaya (*Carica papaya* L.) Cera, Maradol y Sunset, y la susceptibilidad a la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.), en postcosecha. Tesis profesional. Departamento de Agroindustrias. Universidad Autónoma Chapingo. México. 118 p.
- Areiza V., C. A. 1999. Algunas reflexiones para comercializar perecederos (El caso de las frutas). Estudios gerenciales, julio-septiembre, número 072. Universidad ICESI. Cali, Colombia. pp. 13-22.
- Arévalo G., L.; Bautista R., B.; Saucedo V., C.; Martínez D., T. 2007. Almacenamiento refrigerado y aplicaciones de Metilciclopropeno (1-MCP) en frutos de chicozapote. Agrociencia, mayo-junio, año/vol. 41, número 004. Colegio de Posgraduados. Texcoco, México. pp. 469-477.
- Arias V., C. J. y Toledo H., J. 2000. Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Proyecto TCP/PER/6713 (a) "Técnicas mejoradas de poscosecha, procesamiento y comercialización de frutas". Enero 2000. Página consultada en Julio de 2009. <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s02.htm>
- Baños G., P. E.; Zavaleta M., E.; Colinas L., M. T.; Luna R., I. y Gutiérrez A., J. G. 2004. Control biológico de *Colletotrichum gloeosporioides* ((Penz.) Penz. y Sacc.) en papaya Maradol roja (*Carica papaya* L.) y fisiología poscosecha de frutos infectados. Revista Mexicana de Fitopatología, julio-diciembre, año/vol. 22, número 002.

Sociedad Mexicana de Fitopatología, A. C. Ciudad Obregón, México. pp. 198-205.

- Barbeau Gerard. 1990. Frutas Tropicales en Nicaragua. Dirección General de Técnicas Agropecuarias, Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA). Editorial Ciencias Sociales. Managua, Nicaragua.
- Belitz, H. D. y Grosch, W. 1997. Química de los alimentos. Segunda edición. Editorial Acibia S. A. Zaragoza, España. 1087 p.
- Beveridge, T. H. J. 2003. Maturity and quality grades for fruits and vegetables, Chapter 17, pp. 485-504. *In: Handbook of Postharvest Technology. Cereals, Fruits, Vegetables, Tea and Spices.* Chakraverty A., Mujumda A., S., R., Raghavan V., G., S. and Ramaswamy S., H. (eds.). Marcel Dekker, Inc. New York, USA.
- Cano, M. P.; Sánchez M., C.; De Pascual T., S.; De Ancos, B. 2005. Procesado mínimo y valor nutricional. En González-Aguilar, G. A.; Gardea, A. A.; Cuamea-Navarro, F. (Eds.). *Nuevas Tecnologías de Conservación de Productos Vegetales Frescos Cortados.* Logiprint Digital. Guadalajara, México. pp. 289-312.
- Castellano, G.; Quijada, O.; Ramírez, R. y Sayago, E. 2005. Comportamiento poscosecha de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.) tratadas con cloruro de calcio y agua caliente a dos temperaturas de almacenamiento. *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha.* Enero, año/vol. 6, número 002. Asociación Iberoamericana de Tecnología Poscosecha, S. C. Hermosillo, México. pp. 78-82.
- Corrales G., J. 1993. Importancia del manejo pre y poscosecha en la calidad del fruto. En VI curso de actualización Frutícola. "Tópicos selectos para el desarrollo de la fruticultura". Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S. C. CONACYT. México. pp. 196-203.
- De Lima, L. M.; Dantas-de Moraes, P. L.; Valente de Medeiros, E.; Mendonça, V.; Ferreira-Xavier, I.; Andrade-Leite, G. 2009. Qualidade Pós-colheita do mamão Formosa "Tainung 01" comercializado em diferentes estabelecimentos no município de Mossoró-RN1. *Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal – SP, vol. 31, núm. 3. p. 902-906.*

- Díaz D., C. M. y Mora P., M. M. 2003. Conservación de papaya Maradol roja (Carica papaya L.) utilizando encerado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín.
- Do Nascimento N., M., C. and Pierre, E., J. 2003. Storage temperatura. Chapter 8, pp. 1-20. *In: Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables.* Bartz A., J. and Brencht K., J. (eds.). Marcel Dekker, Inc. New York, USA.
- FAO. 1987. Frutas y hortalizas frescas como productos perecibles en Tecnología poscosecha. Folleto de la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Producido por el Departamento de Agricultura. <http://www.fao.org/docrep/x5055S/x5055S08.htm>
- Fennema, O. R. 2000. Química de los alimentos. Segunda Edición. Editorial Acibia, S. A. Zaragoza, España. 1258 p.
- Giovannoni, J. J.; DellaPenna, D.; Bennett, A. B. and Fischer, R. L. 1992. Polygalacturonase and tomato fruit ripening, *Hort. Rev.* 13: 67–109.
- Hardenburg, R. E.; Watada, A. E. y Wang, C. Y. 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros. Servicio editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 150 p.
- Lazan, H. and Ali, Z. M. 1993. Cell wall hydrolases and their potential in the manipulation of ripening of tropical fruits. *ASEAN Food Journal.* 8 : 47–53.
- López da Silva, F.; Escribano-Bailo, M.T.; Pérez-Alonso, J. J.; Rivas-Gonzalo, J. C. and Santos-Buelga, C. 2006. Anthocyanin pigments in strawberry. *LWT - Food Science and Technology,* 40 (2), pp. 374-382
- Lurie, S. 2001. Physical treatments as replacements for postharvest chemical treatments. *Acta Horticulturae (ISHS)* 553 : 533-536.
- Maness N. and Perkins V., P. 2003. Soluble and storage carbohydrates, Chapter 15, pp. 1-22. *In: Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables.* Bartz A., J. and Brencht K., J. (eds.). Marcel Dekker, Inc. New York, USA.

- Maestrelli A. 2000. Fruit and vegetables: the quality of raw material in relation to freezing. p. 27-55. *In: Managing Frozen Fruits*. Kennedy C., J. (eds.). Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, England.
- Martínez F., A.; Corrales G., J. J; Espinoza S., T.; García G., P. G. y Villanueva V., C. 2008. Cambios poscosecha del hongo comestible huitlacoche (*Ustilago maydis* (D. C.) Corda). *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, vol. 14, núm. 3, septiembre-diciembre. Universidad Autónoma Chapingo, México. pp. 339-346.
- Menezes M., J. and Hanlin, R. T. 1996. Appressoria of brazilian isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. causal agent of anthracnoses diseases. *Revista de Microbiología* 27:247-251.
- Minolta. 2003. Konicaminolta sensing, Inc. Ed. Minolta Corporation Instrument System Division. Página consultada en septiembre de 2009. www2.konicaminolta.eu/eu/Measuring/pcc/es/index.html
- Molinas F., M. y Duran T., S. 1970. Frigoconservación y manejo frutas, flores y hortalizas. Editorial AEDOS. Barcelona, España. 278 p.
- Mora, E. y Bogantes, A. 2004. Herencia de la concentración de los sólidos solubles entre líneas parentales de papaya (*Carica papaya* L.) y sus híbridos. *Agronomía Mesoamericana*, año/vol. 15, número 001. Universidad de Costa Rica. Alajuelas, Costa Rica. pp. 81-84.
- Nakasone, H. Y. and Paull, R. E. 1998. *Tropical Fruits*. Centre for Agriculture and Biosciences International (CAB INTERNATIONAL). Crop Production Science in Horticulture 7 U. K. by Biddles Ltd, Guildford and King's Lynn. 445 p.
- Oliveira-De Fonseca, M. J.; Rocha-Leal, N.; Censi, S. A.; Cecon, P. R.; Bressan-Smith, R. E. y Botrel, N. 2003. Control de la atmósfera en la conservación poscosecha de las papayas "Sunrise Solo" y "Golden". *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*; año/vol. 5, número 002. Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S. C. Hermosillo, México. pp. 92-99.
- Paull, R.; Gross, K. and Qiu, Y. 1999. Changes in papaya cell wall during fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*. 16 : 79-89.

- Paull, R. E.; Nishijima, W.; Reyes, M. and Cavaletto, C. G. 1997. A review of postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.) postharvest Biol. Technol. pp. 165-179.
- Pantastico E. R. B. 1979. Fisiología de la Postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. Primera edición. Editorial Continental S. A. México. 663 p.
- Pérez, M. 1995. Crecimiento vegetativo, reproductivo y estudio de la calidad en la piña "Española Roja" proveniente de dos localidades del Estado Lara. Trabajo de grado de maestría. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Estado Lara, Venezuela.
- Pérez, M.; Laskowski, L.; Zambrano, J. y Piña, H. 1997. Comportamiento poscosecha de frutos de piña (*Ananas comosus*) tratados con retardantes de la maduración almacenados a diferentes temperaturas. Revista de la Facultad de Agronomía LUZ. vol. 14, número 4, julio-agosto. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- Perry, R. H. 1982. Manual del Ingeniero Químico. Volumen II. Segunda edición. Editorial McGraw-Hill de México, S. A. de C. V. 1003 p.
- Rose, J. K. C. and Bennett, A. B. 1999. Cooperative disassembly of the cellulose-xyloglucan network of plant cell walls: parallels between cell expansion and fruit ripening. Trends in Plant Science. 4:176-183.
- SAGARPA. 2009. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). México, D. F.
- Sankat C. K. and Maharaj R. 1997. Papaya. In postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits. Cabildo international. Editado por Sisir Mitra. pp. 167-189.
- Sauri D, E. 2001. Frutas Exóticas de la Península de Yucatán. Instituto Tecnológico de Mérida. México.
- Seibert, E.; González, S.; Orellana, A.; Luchsinger, L.; Bender, R. J. 2008. Efecto del acondicionamiento previo al almacenaje refrigerado sobre la calidad de ciruelas "Constanza". Revista Brasileira de Fruticultura. Brasil. Scientific Electronic Library Online. Bragantia, Campinas, vol. 67, número 1, pp. 233-242.

- Smith A. C.; Waldron K. W.; Maness N.; Perkins-Veazie. 2003. Vegetable texture: measurement and structural implications. In: Bartz J. A. (eds.). Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables. Marcel Dekker Inc. New York. pp. 297-329.
- Tonoiven, P., M., A. 2004. Postharvest storage procedures and oxidative stress. HortScience 39: 938-942.
- Tucker, G. A. 1993. Introduction. In: Biochemistry of Fruit Ripening. Seymour G., Taylor J. E. and Tucker G. (eds.). Chapman & Hall, London. pp: 1-51.
- Undurraga, P. L.; Olaeta, J. A.; Retamales, J. B.; Toso, A. M. 2007. Manifestación de Peteca y pérdida de calidad en limones Eureka bajo diferentes condiciones de almacenamiento refrigerado. Agrociencia, febrero-marzo, año/vol. 41, número 002. Colegio de Posgraduados. Texcoco, México. pp. 133-139.
- Valor, O. y Manzano, J. 2000. Efecto del tratamiento hidrotérmico, temperatura y tiempo de almacenamiento sobre el mango criollo 'Bocado' (*Mangifera indica* L.). II: Parámetros químicos. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S. C. Hermosillo, México 3 (1): 11 – 15.
- Wills R., McGlasson D., Graham D. and Joyce D. 1998. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruits, Vegetables and Ornamentals. Ed. UNSW Press. New York, USA.
- Yahia, M., E. y Ciapara, H., I. 1992. Fisiología y Tecnología Poscosecha de Productos Hortícolas. Centro de Investigación y Desarrollo. Limusa, S. A. de C. V. México D. F. 303 p.
- Zambrano, J. 2006. Avances en el estudio de algunos aspectos bioquímicos de la maduración de los frutos. Memoria Jornada sobre manejo postcosecha de frutas. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Posgrado de Horticultura y Sociedad Venezolana para la Fruticultura (SOVEFRU).

7. APÉNDICE

Cuadro 9. Análisis de varianza del manejo poscosecha de papaya Maradol.

	Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Pérdida de peso	Modelo	127	11129355	87632.72	0.97	0.5647
	Error	256	23064849.9	90097.07		
	Total correcto	383	34194204.9			
				R-Cuadrado	Coef Var	Raíz MSE
			0.325475	18.42034	300.1617	1629.51
Grados Brix	Modelo	127	475.0097656	3.7402344	2.54	<.0001
	Error	256	377.3333333	1.4739583		
	Total correcto	383	852.343099			
				R-Cuadrado	Coef Var	Raíz MSE
			0.557299	20.12526	1.214067	6.03255
Acidez de la pulpa	Modelo	127	0.2279681	0.00179502	4.58	<.0001
	Error	256	0.10037933	0.00039211		
	Total correcto	383	0.32834743			
				R-Cuadrado	Coef Var	Raíz MSE
			0.694289	25.68434	0.019802	0.0771
Firmeza de la pulpa	Modelo	127	401390.998	3160.559	12.72	<.0001
	Error	256	63622.3344	248.5247		
	Total correcto	383	465013.332			
				R-Cuadrado	Coef Var	Raíz MSE
			0.863182	22.53583	15.76467	69.9538
Luminosidad de la pulpa	Modelo	127	17146.171	135.00922	3.46	<.0001
	Error	256	9976.4106	38.97035		
	Total correcto	383	27122.5816			
				R-Cuadrado	Coef Var	Raíz MSE
			0.632173	14.72261	6.242624	42.40161

.....Continúa Cuadro 8

	Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Croma de la pulpa	Modelo	127	21094.62	166.10	2.03	<.0001
	Error	256	20992.02	82.00		
	Total correcto	383	42086.64			
			R-Cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Cpulpa Media
			0.501	29.83	9.06	30.35
Ángulo de tono de color de la pulpa	Modelo	127	76537.39	602.66	1.81	<.0001
	Error	256	85261.95	333.05		
	Total correcto	383	161799.33			
			R-Cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Hpulpa Media
			0.473	29.29	18.25	62.30
Luminosidad de la cáscara	Modelo	127	7767.77161	61.16356	3.39	<.0001
	Error	256	4612.61947	18.01804		
	Total correcto	383	12380.3911			
			R-Cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Lcáscara Media
			0.627425	10.1755	4.244767	41.71557
Croma de la cáscara	Modelo	127	10336.9492	81.3933	3.23	<.0001
	Error	256	6452.90249	25.20665		
	Total correcto	383	16789.8517			
			R-Cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ccáscara Media
			0.615666	15.33786	5.020623	32.73352
Ángulo de tono de color de la cáscara	Modelo	127	39878.2671	314.0021	3.19	<.0001
	Error	256	25161.9182	98.28874		
	Total correcto	383	65040.1853			
			R-Cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Hcáscara Media
			0.613133	9.433	9.914	105.102