

# Mango

Cultivo, tratamiento  
pre y postcosecha

Propiedades nutrimentales  
y funcionales

Ballinas Díaz E.J. • Vela Gutiérrez G. • López Zúñiga E.J. •  
Aguilar Nájera O.A. • Caballero Roque A. • Meza Gordillo P.I. •  
Pérez Jácome A. • Flores Guillén L.E. • León González J.M.

Colección  
Jaguar



UNICACH



# Mango

## Cultivo, tratamiento pre y postcosecha

### Propiedades nutrimentales y funcionales

Ballinas Díaz E. J. • Vela Gutiérrez G.  
López Zúñiga E. J. • Aguilar Nájera O. A.  
Caballero Roque A. • Meza Gordillo P. I.  
Pérez Jácome A. • Flores Guillén L. E.  
León González J. M.



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS  
2013



El jaguar es uno de las especies más representativas de la fauna chiapaneca y el símbolo por antonomasia de la biodiversidad en nuestro estado. Bajo su nombre están contenidos todos los títulos pertenecientes al ámbito de las ciencias naturales producidos en la universidad.

Primera edición: 2013

D. R. ©2013. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas  
1ª Avenida Sur Poniente número 1460  
C. P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.  
[www.unicach.mx](http://www.unicach.mx)  
[editorial@unicach.mx](mailto:editorial@unicach.mx)

ISBN 978-607-8240-19-7

Diseño de la colección: Manuel Cunjamá

Foto de portada: Luciano Villarreal Rodas

Ilustración de portada: Manuel Cunjamá

Impreso en México

Mango  
Cultivo, tratamiento  
pre y postcosecha  
Propiedades nutrimentales  
y funcionales

Ballinas Díaz E. J. • Vela Gutiérrez G.  
López Zúñiga E. J. • Aguilar Nájera O. A.  
Caballero Roque A. • Meza Gordillo P. I.  
Pérez Jácome A. • Flores Guillén L. E.  
León González J. M.

**Colección  
Jaguar**



UNICACH



# Índice

Introducción .....	11
Capítulo I. Aspectos agronómicos, producción y rendimiento.....	13
1.1 Origen del mango Ataulfo.....	13
1.2 Importancia económica .....	13
1.3 Características agronómicas .....	13
1.4 Labores de cultivo .....	14
1.5 Suelo.....	14
1.6 Temperatura.....	14
1.7 Plantación.....	15
1.8 Fertilización .....	15
1.9 Variedades de mango .....	17
1.10 Floración.....	18
1.11 Características del fruto .....	18
1.12 Propiedades nutricionales del mango Ataulfo .....	19
1.13 Manejo de cultivos.....	19
1.13.1 Poda .....	20
1.13.2 Alternativas .....	21
1.13.3 Aspectos fitosanitarios .....	22
1.13.4 Antracnosis .....	22
1.14 Producción de mango Ataulfo en Chiapas.....	22
1.15 Production nacional de mango .....	24
1.16 Rendimiento .....	26
1.17. Comercialización .....	27
Bibliografía consultada .....	29
Capítulo II. Fisiología pre y postcosecha del mango.....	31
2.1 Fisiología precosecha .....	31
A. Patrón de crecimiento .....	31
B. Respiración.....	32
C. Cambios químicos.....	32

2.2. Índice de madurez y cosecha .....	33
2.3 Fisiología postcosecha .....	34
A. Sazonamiento ( <i>ripening</i> ) .....	34
B. Respiración y producción de etileno .....	34
C. Cosecha y calidad.....	35
Índices de cosecha .....	35
Índices de calidad .....	36
D. Cambios fisicoquímicos durante la maduración.....	36
Ablandamiento .....	36
Pigmentos .....	37
Cambio en azúcares y ácidos.....	38
Lípidos .....	39
Compuestos fenólicos.....	39
Productos volátiles .....	40
Minerales .....	40
E. Enzimas .....	40
F. Respuesta fisiológica al estrés postcosecha.....	41
Temperatura .....	42
A. Daño hipotérmico.....	42
B. Daño por frío (DF).....	43
C. Tratamientos con frío.....	45
Otros tratamientos para el control de insectos.....	46
G. Tecnología para reducir el DF.....	47
A. Adaptación al frío.....	47
B. Calentamiento inicial .....	47
C. Calentamiento intermitente.....	47
D. Almacenamiento hipobárico .....	47
 Bibliografía consultada.....	 49
 Capítulo III. Propiedades nutrimentales y funcionales .....	 53
3.1. Partes comestibles de la planta de mango .....	53
3.2. Desechos del procesamiento del mango.....	53
3.3. Compuestos nutritivos .....	54



3.3.1. Propiedades nutrimentales.....	58
Minerales .....	59
3.4. Propiedades funcionales .....	60
3.5. Actividad antioxidante .....	63
3.5.1. Constituyentes fenólicos. ....	64
Bibliografía consultada .....	65
Acerca de los autores.....	67



## Introducción

El hombre durante su proceso evolutivo estableció una relación de convivencia estrecha con lo vegetales que le permitió crear lazos evidentes en los diversos cultivos a lo largo y ancho del orbe. Su principal motivo fue satisfacer la ingesta de alimentos a partir de los cuales obtuvo los nutrimentos que aseguraron su continuidad en el tiempo y en el espacio.

Hoy en día asistimos a la gran diversidad de alimentos a través de los procesos de industrialización, sin embargo el consumo de manera natural prevalece en los hábitos de consumo. El presente documento contiene el resultado de ese apego a una fruta en particular originaria de la entidad, es decir, el mango en su variedad Ataulfo, así como los estudios de las propiedades de otras variedades de mango.

El mango pertenece al reino Plantae, al filo Magnoliophyta, a la clase Magnoliopsida, al orden Sapindales, a la familia Anacardiaceae, género *Mangifera* y a la especie *Mangifera indica*, el mango es una fruta de zona intertropical de pulpa carnosa y dulce, sobresale el buen sabor de esta fruta.

La palabra mango procede del tamil *mangay* que posteriormente, por influencia del portugués derivó en *manga*. Los mangos proceden del sudeste asiático, concretamente del norte de Birmania y del noroeste de la India, en donde hoy en día todavía encontramos especies silvestres. Los primeros textos donde se menciona este árbol y su fruto están escritos en sánscrito y fueron encontrados en la India hace 2000 años

El estudio de esta fruta a través su agronomía, producción y rendimiento es tratado en el capítulo I, también se aborda la fisiología del

mismo en su etapa de precosecha y poscosecha en el capítulo II, y con la finalidad de conocer todas las propiedades finalmente se aborda las propiedades nutriológicas y funcionales del fruto en el capítulo III.

Con lo anterior se pretende contribuir a la utilización del mango con fines de alimentación y su efecto funcional debido a que pueden contribuir a mejorar el perfil epidemiológico nacional caracterizado por enfermedades crónico degenerativas tales como diabetes mellitus, hipertensión, dislipidemias, entre otras, así como deficiencias específicas entre las que citaremos las de las vitaminas A, C, E y folatos. Haciendo eco a lo que desde la Antigüedad se preconizaba (el alimento sea tu medicina).

Los autores

## Capítulo I. Aspectos agronómicos, producción y rendimiento

### 1.1 Origen del mango Ataulfo

**E**n el año de 1963, se realizaron algunas investigaciones sobre el mango Ataulfo en la zona del Soconusco, identificando cinco árboles de esta variedad en una finca en el municipio de Tapachula, propiedad del señor Ataulfo Morales Gordillo; de ahí donde nace su nombre. Este predio fue comprado a Manuel Rodríguez en 1948, y existen referencias que los árboles ya estaban ahí plantados. Se estima que los árboles nacieron cinco años antes de esa transacción, es decir, en 1943 (IMPI, 2003; Infante *et al.*, 2011).

### 1.2 Importancia económica

La producción de mango es la sexta actividad más importante en Chiapas, en términos de superficie cultivada, después del maíz, frijol, café, caña de azúcar y cacao (Hanemann, 2008).

Análisis ambientales, indican que la región Soconusco es importante por la biodiversidad, en particular por la diversidad de los sistemas costeros soportados por manglares (Hanemann, 2008).

### 1.3 Características agronómicas

Se desarrolla en climas cálido-húmedo y cálido-subhúmedo, con lluvias en verano, pero monzónico; no debe sufrir oscilaciones isotermales

mayores a 5°C. La temperatura adecuada es de 28°C, y precipitaciones pluviales entre 1090 y 3000 mm anuales entre los meses de abril hasta octubre (IMPI, 2003).

## 1.4 Labores de cultivo

Debido a que el paso de maquinaria agrícola para el laboreo del suelo ocasiona un efecto de poda de raíces y a su vez estimula una posterior brotación vegetativa, se sugiere que antes de la fertilización se realicen las prácticas de rastreo, cajeteo, trazo de gradaderas, entre otras.

## 1.5 Suelo

Puede vivir bien en diferentes clases de terreno, siempre que sean profundos y con un buen drenaje, este último factor es de gran importancia. En suelos en los que efectúa un abonado racional, la profundidad no es tan necesaria; sin embargo, no deben plantarse en suelos con menos de 80 hasta 100 cm de profundidad. Se recomienda en general los suelos ligeros, donde las grandes raíces puedan penetrar y fijarse al terreno. El pH estará en torno a 5.5 y 5.7; teniendo el suelo una textura limo-arenosa o arcillo-arenosa. Un análisis de un suelo donde los mangos prosperan muy bien dio el siguiente resultado: cal (CaO) 1.2%, magnesio (MgO) 1.18%, potasio (K) 2.73%, anhídrido fosfórico (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 0.15%, nitrógeno 0.105% (Calixto-Rojas, 2008).

## 1.6 Temperatura

Es más susceptible al frío que el aguacate, y resiste mejor el viento que éste. El mango prospera muy bien en donde las temperaturas sean:

- Invierno ligeramente frío (temperatura mínima de 10°C)
- Primavera ligeramente cálida (temperatura mínima superior a 15°C).
- Verano y otoño cálidos
- Ligeras variaciones entre el día y la noche

Un árbol de buen desarrollo puede soportar temperaturas de  $-2^{\circ}\text{C}$ , siempre que éstas no se prolonguen mucho tiempo. Un árbol joven, de dos a cinco años, puede perecer a temperaturas de cero y un grado centígrado (Calixto-Rojas, 2008).

## 1.7 Plantación

Se recomienda antes de efectuar la plantación realizar un laboreo de un metro de profundidad, efectuado en tiempo seco, para asegurar la uniformidad del crecimiento. Esta operación será imprescindible en terrenos previamente cultivados. La plantación se lleva a cabo cuando las plantas tienen desde uno hasta dos años; si se les cultiva en recipientes, se les puede sacar en cualquier época del año; si están en los surcos del vivero, generalmente lo mejor es al principio o al final de la primavera; en cualquier caso, se le trasplanta lo más cuidadosamente posible en cepas previamente preparadas y espaciadas desde 10 hasta 12 m de distancia.

Ciertas variedades que crecen débilmente se pueden trasplantar más cerca (a 6 m) y los tipos vigorosos que se extienden, se colocan a una distancia desde 14 hasta 16 m. Los árboles deben regarse tras la plantación y luego varias veces por semana durante los primeros 15 días. El área en torno al árbol (aproximadamente un metro) debe mantenerse libre de hierbas, recomendándose la colocación de un *mulching*, sobre todo en la estación seca.

## 1.8 Fertilización

La nutrición vegetal en el mango es un componente importante, de tal modo que mediante el análisis foliar y análisis de suelo se puede realizar un diagnóstico nutrimental adecuado para determinar los requerimientos básicos del cultivo (Guzmán *et al.*, 1996).

Es difícil encontrar diferencias entre cultivares en sus requerimientos básicos nutrimentales (Kenworthy, 1973). Salazar *et al.*, en 1993, reportó haber encontrado disparidad en diagnósticos nutrimentales,

además de que existen problemas fisiológicos que están asociados fuertemente con la carencia de fertilización, así como de la aplicación excesiva de ésta.

Para el caso del mango Ataulfo del Soconusco de Chiapas, la dosis generalmente obedece tanto al análisis nutrimental tanto de los árboles, como del suelo de la huerta; no obstante, por lo general serán dos aplicaciones tratando de establecer dosis de igual cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio.

Recientemente se ha visto con gran interés el desarrollo novedoso de procesos agroamistosos, basados en la utilización de sistemas biológicos. Dentro de éstos, destaca la reproducción de lombrices (vermicultura o lombricultura) para estabilizar una gran variedad de residuos orgánicos; por lo que resulta trascendente utilizar la capacidad que tienen ciertas lombrices, especialmente la californiana (*Eiseniafoetida*). Como resultado de la actividad de las lombrices sobre los desechos se genera la vermicomposta, la cual puede utilizarse como sustrato para el desarrollo de las especies vegetales. La vermicomposta, además de ser un abono orgánico de alta calidad que permite reemplazar a los fertilizantes sintéticos, tiene una gran capacidad para retener la humedad.

La utilización y aplicación de abono orgánico fermentado Bocashi y la vermicomposta, son parte de la innovación tecnológica. El Bocashi, se incorpora con la finalidad de incrementar la fertilidad y productividad del suelo, en forma paulatina, por medio de la incorporación de materia orgánica, ya sea de tipo vegetal, animal o mixta.

En el proceso de descomposición, se liberan nutrientes contenidos en los residuos, así como anhídrido carbónico y energía en forma de calor; además, va quedando un residuo consistente en un polvo fino de color negro o pardo oscuro, que recibe el nombre de *humus*, el cual es bastante resistente a una mayor descomposición. El *humus*, es la materia orgánica más estable del suelo. Por su composición y el pequeñísimo tamaño de sus partículas (coloides orgánicos), el *humus* es físicoquímicamente muy activo, incluso que la arcilla.



## 1.9 Variedades de mango

El mango tiene una gran cantidad de variedades como son: Amelie, Kent, Alphonso, Bangapalli, Bombai, Carabao, Manila Super, Mulgoa, entre otras. Las variedades que se cultivan en México son: Ataulfo, Haden, Tomy Atkins, Irwin, Keitt, Kent, Manila, Palmer, Sensation y Van Dyke (SAGARPA, 2005).

En la tabla 1.1, se presentan las variedades que se cultivan en México y sus características.

Tabla 1.1. Variedades y características de mangos más cosechados en México

Variedad	Meses	Estados	Características
Ataulfo	Desde febrero hasta julio	Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Colima, Nayarit y Sinaloa.	Color amarillo, tipo alargado (longitud desde 12.5 hasta 14.0 cm), peso desde 180 hasta 260 g, contiene muy poca fibra.
Haden	Desde febrero hasta agosto	Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Nayarit, Sinaloa.	Color rojo / amarillo, tipo redondo, longitud desde 10.5 hasta 14.0 cm, anchura desde 9.0 hasta 10.5 cm, peso desde 510.0 hasta 680.0 g, contiene muy poca fibra.
Kent	Desde julio hasta agosto	Jalisco, Michoacán, Nayarit, Sinaloa, Colima	Color rojo / amarillo, tipo redondo, longitud desde 12.0 hasta 14cm, anchura desde 9.5 hasta 11.0 cm, peso desde 450.0 hasta 700.0 g, contiene muy poca fibra
Tommy Atkins	Desde febrero hasta agosto	Michoacán, Jalisco, Colima, Guerrero, Nayarit, Sinaloa.	Color amarillo / rojo, tipo redondo, longitud desde 12.0 hasta 14.5 cm, anchura desde 10.0 hasta 13.0 cm, peso desde 450.0 hasta 700.0 g, contiene fibra regular.
Keitt	Desde abril hasta septiembre	Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa.	Color rosado/amarillo, tipo redondo, longitud de 13.0 a 15.5 cm, anchura de 9.0 a 11.0 cm, peso de 510.0 a 2000.0 g, contiene muy poca fibra

Fuente: SAGARPA, 2005.

## 1.10 Floración

El mango Ataulfo generalmente florece desde noviembre hasta marzo, periodo en el que se presentan varios tipos de floración. Aunque generalmente es regida por las condiciones climatológicas locales, la variedad y las prácticas culturales (Singh, 1960). Una inflorescencia de mango puede poseer más de 2 mil flores. Sin embargo, muy pocas llegan a la fructificación y, en promedio, menos de un fruto por inflorescencia es cosechado. Deben pasar cerca de 100 días desde la floración hasta la maduración del fruto en esta variedad. Por tratarse de una planta alógama, sus flores deben ser polinizadas por insectos, tales como moscas y abejas (Infante *et al.*, 2011).

Uno de los problemas que más aquejan al cultivo de mango en Chiapas es la caída de flor y frutos. Una opción para resolverlo es adelantar la floración.

## 1.11 Características del fruto

Es pequeño (tipo alargado, longitud desde 12.0 hasta 15.0 cm y anchura desde 5.0 hasta 7.5 cm), peso entre 180.0 y 280.0 g, resistente al manejo postcosecha (figura 1.1); el 69% de su peso está conformado por la pulpa, el 19% de cáscara (color amarilla) y 8.5% de la semilla (hueso), posee cáscara correosa (IMPI, 2003).



Figura 1.1 Mango Ataulfo.

Posee pulpa baja en fibra, muy jugosa, mantecosa, baja en acidez y de aroma intenso; puede conservar su sabor, incluso después de su madurez comestible cuando la semilla se ha vuelto gelatinosa (IMPI, 2003).

## 1.12 Propiedades nutricionales del mango Ataulfo

En la tabla 1.2, se muestra el contenido nutrimental de la pulpa del mango Ataulfo.

Tabla 1.2. Composición nutricional de mango Ataulfo  
(por cada 100 g de pulpa)

Componente	Cantidad
Energía	62.50 cal
Agua	79.81 g
Carbohidratos	14.23 g
Proteínas	0.48 g
Grasa	0.39 g
Fibra	1.73 g
Hierro	1.44 g
Calcio	9.62 mg
Magnesio	11.54 mg
Potasio	182.70 mg
Vitamina A	36.54 mg
Vitamina C	26.92 mg
Vitamina B	0.048 mg
Ácido fólico	13.46 mg

## 1.13 Manejo de cultivos

Para la producción de mango se requiere primero estimular un flujo vegetativo vigoroso, seguido de un periodo de descanso para que los brotes inicialmente formados maduren el tiempo suficiente para elevar sus posibilidades de diferenciación floral y poder incrementar el número de yemas que puedan florecer en un ciclo de producción, ya sea de manera

forzada o en forma natural en respuesta a las variaciones ambientales que se presentan a lo largo del ciclo de producción. Posteriormente, el manejo se debe enfocar a incrementar la eficiencia de la floración y al posterior “amarre” de fruta, de tal manera que se logre la máxima expresión productiva en el cultivo (Espinosa-Aburto *et al.*, 2006).

Antes de iniciar cualquier acción, es necesario realizar un análisis de concentración de nutrientes en muestras de tejido foliar para definir las necesidades de fertilización que se requiere el cultivo. Para realizar este análisis, se debe muestrear desde 15 hasta 20 hojas maduras de la parte media de los últimos flujos de crecimiento, en los cuatro puntos cardinales del árbol.

### 1.13.1 Poda

Cualquier labor de poda que se realice en el árbol produce generalmente una brotación vegetativa posterior. En este caso, se sugiere realizarlas en función a la disponibilidad de equipo o análisis del costo que representaría por concepto de mano de obra. Para esta práctica se plantean las siguientes alternativas:

1. Poda de panículas improductivas o enfermas. Cuando se eliminan las inflorescencias improductivas o enfermas del ciclo de floración anterior se estimula la brotación vegetativa en las yemas axilares del nudo previo. Para lo anterior se sugiere, una vez que se alcance el estado de cuajado del fruto del ciclo previo, eliminar los residuos de estas inflorescencias hasta el nudo terminal.
2. Poda de despunte de la periferia del árbol. Se puede realizar manualmente con tijeras en árboles jóvenes de bajo porte y aun en fase de formación, donde no represente un alto costo por mano de obra. Se sugiere eliminar el último flujo de crecimiento hasta el nudo previo.
3. Poda de descopete o lateral. Se puede realizar en árboles adultos, de alto porte o copas entrecruzadas. Una posibilidad sería mediante el uso de podadoras mecánicas.

4. Poda fitosanitaria. Podar las ramas enfermas, mal colocadas o con inflorescencias malformadas. Es recomendable sellar las heridas con algún producto comercial (Espinosa-Aburto *et al.*, 2006).

Uno de los problemas más importantes del mango en los trópicos, es el tamaño que tienen los árboles cuando son adultos, alcanzando alturas y diámetros de copa de hasta 20 m. Esta característica origina baja población de árboles por unidad de superficie; en pocos años, las copas de los árboles se juntan, provocando sombreado excesivo y deficiente aireación que incrementa los problemas fitosanitarios, además se dificulta el manejo de la plantación y la cosecha. Esto incrementa los costos de producción aunado a la disminución de rendimiento (Vázquez-Valdivia *et al.*, 2005).

#### 1.13.2 Alternativas

Algunas de las técnicas empleadas para limitar el crecimiento de los árboles son:

- Retardantes de crecimiento.
- Poda de la copa
- Portainjertos o interinjertos de porte bajo

De estas técnicas, los patrones o portainjertos de porte bajo es la que permite solucionar el problema de manera definitiva, aunque presenta la desventaja de que los resultados se obtienen a largo plazo (Vázquez-Valdivia *et al.*, 2005).

Las ventajas prácticas de la utilización de árboles de bajo porte son evidentes, ya que con ellos se pueden establecer plantaciones comerciales con alta densidad, lo que permite utilizar más eficientemente la superficie cultivable, incrementando los rendimientos y favoreciendo las prácticas culturales como la poda, cosecha y aspersiones para el control fitosanitario (Barrientos-P. *et al.*, 1993).

### 1.13.3 Aspectos fitosanitarios

Entre los principales aspectos fitosanitarios que afectan el mango destacan las plagas, las más importantes son: la mosca de la fruta, *trips*, hormigas y escamas. La presencia de estos insectos no indica que el cultivo esté en etapa de riesgo, pero sí influye en la calidad de la fruta, además, el daño puede ser entrada para ciertos patógeno causantes de otros problemas fitosanitarios que afectan el rendimiento y la calidad del producto (Munro *et al.*, 2005).

### 1.13.4 Antracnosis

La antracnosis es la enfermedad más importante del mango en áreas de producción húmedas. Aunque se producen pérdidas en el campo, las pérdidas postcosecha son las más significativas, por lo que la antracnosis representa grandes desafíos para quienes están involucrados en el comercio internacional del mango (Ploetz, 2011).

La antracnosis es causada por dos especies de hongos relacionados. *Colletotrichum gloeosporioides* (telemorfo: *Glomerella cingulata*), responsable en la mayoría de los casos, y *C. acutatum* (telemorfo: *G. acutata*) que juega un menor papel en algunas localidades. Otro taxón, *C. gloeosporioides* var. *minor*, ya no es reconocido (Ploetz, 2011).

Las condiciones húmedas y la alta humedad relativa constituyen factores primarios en la dispersión y desarrollo de la antracnosis. Los conidios producidos en ramas terminales, inflorescencias modificadas, brácteas florales y hojas (más importante) son fuentes significativas de inóculo y se producen más abundantemente donde existen superficies mojadas, aunque también a humedades relativas de al menos 95%.

## 1.14 Producción de mango Ataulfo en Chiapas

El periodo de producción de mango en Chiapas está comprendido entre marzo y junio. Actualmente la producción de mango en Chiapas se concentra en 21 municipios, de acuerdo a lo que se tiene registrado ante la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca

y Alimentación (SAGARPA). Existen más de 6 mil 800 productores cultivando una superficie en producción de más de 30 mil hectáreas (SAGARPA, 2012). En Chiapas, se registra una superficie de 18 mil hectáreas, con un volumen de producción de 72 mil toneladas.

La región Soconusco, es considerada como la adecuada por su clima para el cultivo del mango Ataulfo (figura 1.2).

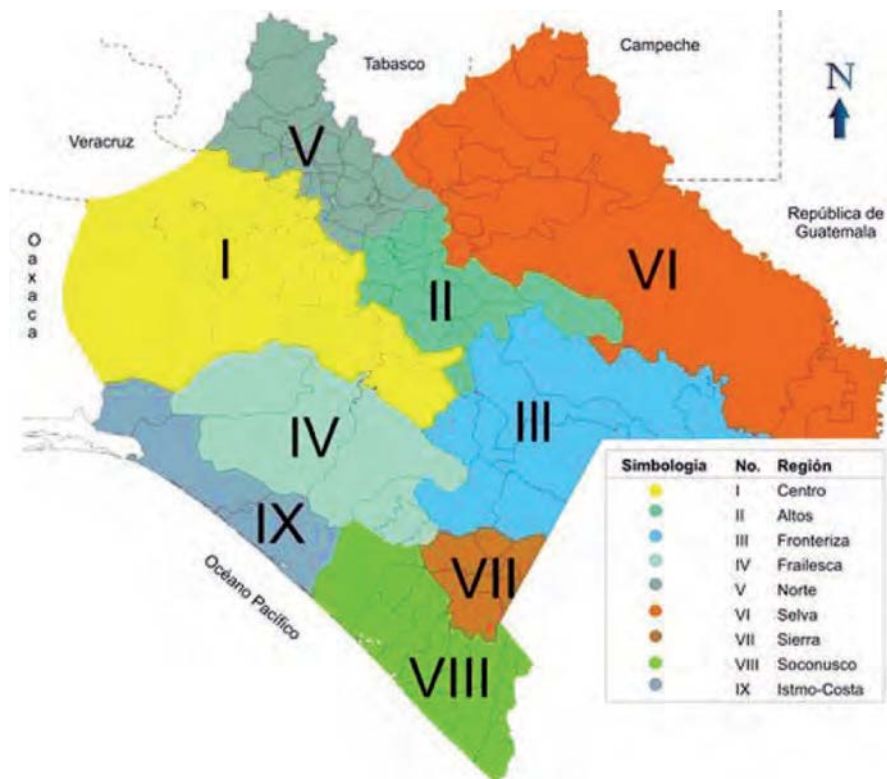


Figura 1.2. Regiones de Chiapas.

La mayor parte de las plantaciones se encuentra en la región Soconusco (tabla 1.3) entre los que destacan los municipios de Suchiate, Frontera Hidalgo, Metapa, Tuxtla Chico, Huehuetán, Tuzantán entre otros (SAGARPA, 2012).

Tabla 1.3. Superficie cultivada y producción de mango Ataulfo  
en la región Soconusco

Municipios	Superficie cultivada (hectéreas)	Producción (toneladas)
Acacoyagua	26	384
Acapetahua	282	3,552
Escuintla	18	180
Frontera Hidalgo	507	3,040
Huehuetán	2,817	16,902
Huixtla	80	1,000
Mazatán	4,058	24,346
Metapa	76	456
Suchiate	2,007	12,043
Tapachula	8,438	50,630
Tuxtla Chico	263	1576
Tuzantán	167	1,003
Villacomatitlán	811	9,820
Total	19,550	124,932

Fuente: IMPI, 2003.

### 1.15 Producción nacional de mango

México es el tercer productor mundial de mango, después de la India y China. En México la superficie establecida de mango en sus diferentes cultivares es aproximadamente 181,000 hectáreas (SAGARPA, 2007); y esta superficie se distribuye de acuerdo con el siguiente orden de importancia como sigue: Veracruz, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Nayarit, Sinaloa y Chiapas. En los últimos tres años de acuerdo con el promedio de producción nacional, Guerrero produjo 295,952, Sinaloa 244,642, Nayarit 238,625 y Oaxaca 197,971 toneladas; son los estados que encabezan el mayor volumen producido durante este periodo.

La producción de mango, es la sexta actividad agrícola más importante en el sureste del estado de Chiapas, ya que en términos de superficie cultivada, el mango se ubica después del maíz, café, caña de azúcar



y cacao. La producción de mango Ataulfo en Chiapas se concentra en la región Costa-Soconusco, parte sureste del estado de Chiapas. Las organizaciones de productores en la región indican que existen 18,000 hectáreas en producción con un rendimiento promedio anual de 10,000 toneladas que incluye a 5,800 agricultores dedicados a la producción de mango Ataulfo en el estado; este estadístico surge de una superficie promedio de 4.5 hectáreas por productor (USAID, 2008).

Los estados productores de este fruto son Chiapas, Nayarit, Colima, Guerrero y Michoacán. Chiapas ocupa el primer lugar a nivel nacional, además cuenta con la denominación de origen.

A nivel nacional, en cuanto al volumen de producción, la variedad de mango Manila sobresale entre las 431 mil toneladas para el año 2006 (tabla 1.4) y cuyos mercados son principalmente el nacional y una pequeña parte se está comercializando en el exterior, principalmente en Estados Unidos.









Tabla 1.4. Volumen de producción de principales variedades a nivel nacional (toneladas)

Variedad	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Promedio
Ataulfo	132,062	119,888	164,635	221,729	217,099	308,544	193,993
Criollo	8,044	17,872	46,752	151,693	106,688	166,449	82,917
Haden	47,202	46,276	165,994	206,650	238,092	232,451	156,111
Keitt	41,321	40,811	44,406	58,963	27,207	81,147	48,976
Kent	59,118	45,391	66,070	119,064	103,404	164,827	92,979
Manila	257,541	278,822	354,443	375,254	286,881	431,405	330,724
Manililla	--	15,861	15,409	22,257	33,509	33,639	24,135
Tommy Atkins	55,016	52,257	138,874	204,787	209,917	220,244	146,849
Otros	977,144	905,981	365,790	212,872	145,294	96,059	489,431
Total	1,522,430	1,470,902	1,223,501	1,368,482	1,158,174	1,514,522	1,566,115

Fuente: SIAP, 2008.

En la tabla 1.5, se presenta la participación porcentual por variedad de mango producida en México.

Tabla 1.5. Participación porcentual, por variedad en el 2011

Variedad	Participación %	Variedad	Participación %
Ataulfo 	25.4	Kent 	11.3
Manila 	19.8	Criollo 	7.0
Tommy Atkins 	13.2	Keitt 	4.5
Haden 	11.5	Otros 	6.3

Fuente: SIAP, 2012

### 1.16 Rendimiento

De acuerdo a datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en el 2007, la producción de mango / hectárea ha tenido importantes mermas, y que se debe principalmente a las variedades de mango que se cultiva en cada estado, para el caso de Chiapas donde la mayor parte de la producción es Ataulfo el rendimiento se presenta en la tabla 1.6.

Tabla 1.6. Rendimiento en la producción de mango (toneladas / hectáreas)  
a nivel nacional

Estado	1997	1999	2001	2003	2005	2006	2007
Nayarit	11.8	12.6	13.6	11.0	10.8	12.6	11.4
Guerrero	10.1	11.6	10.7	11.4	14.2	14.4	13.9
Sinaloa	10.3	11.3	11.2	9.2	5.9	11.9	13.3
Veracruz	7.5	5.8	7.4	7.2	4.3	6.8	6.7
Oaxaca	12.1	10.6	10.0	7.3	11.6	11.1	10.6
Chiapas	12.2	11.2	9.9	7.9	6.4	7.7	6.9
Michoacán	6.8	5.8	5.5	6.2	6.0	6.1	5.9
Nacional	8.6	9.6	10.1	9.4	9.5	8.8	9.8

### 1.17. Comercialización

De las 72,000 toneladas producidas, 42 mil se comercializan al mercado nacional, con un valor de 248 millones de pesos; además durante el 2009 y 2010 se exportaron 29 mil toneladas anuales a Estados Unidos y Canadá, con un valor rural de 217 millones de pesos; de esta manera Chiapas se ha convertido en el primer productor y exportador de mango Ataulfo en México, teniendo como principal región productora al Soconusco, pero también a la Istmo-Costa, Frailesca y Valles Centrales (SAGARPA, 2012).



## Bibliografía consultada

- Barrientos-P, F., Barrientos-P, A. F., y Rubí-A, M. 1993. "Control genético de la altura en especies frutales". *Memorias de Congreso Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas*. 18-23 de Julio de 1993. Veracruz, México.
- Calixto-Rojas, A. A. 2008. *Revisión: antracnosis en mango*. Universidad Autónoma de Chapingo. Accesado 31/05/2012 (Online). Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/11030724/Mango-y-antracnosis>.
- Espinosa-Aburto, J., Arias-Suárez, J. F., Miranda-Salcedo, M. A., Rico-Ponce, H-R., Javier-Mercado, J., López-Acosta, A., Vargas-Gómez, E., y Teniente-Oviedo, R. 1995. *Guía práctica para la producción de mango en Michoacán*. Centro de investigación Regional del Pacífico Centro Campo Experimental Valle de Apatzingan. Michoacán, México. Guía Técnica núm. 1.
- Ploetz, R. C. 2011. *Antracnosis en mango: manejo de la enfermedad más importante pre y postcosecha*. Reporte técnico. Universidad de la Florida. Accesado 31/05/2012 (On line). Disponible en: [http://www.mango.org/media/55709/antracnosis\\_en\\_mango.pdf](http://www.mango.org/media/55709/antracnosis_en_mango.pdf).
- Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2007. *Producción nacional de mango*. Consulta 10/03/2013. Disponible en: <http://w4.siap.gob.mx/sispro/portales/agricolas/mango/DESCRIPCION%20MANGO.pdf>
- Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2012. *Rendimiento en la producción de mango*. Consulta 10/03/2013. Disponible en: [http://www.siap.gob.mx/opt/123/77/2\\_gde.jpg](http://www.siap.gob.mx/opt/123/77/2_gde.jpg)

Vázquez-Valdivia, V., Pérez-Barraza, M. H., Salazar-García, S., y Becerra-Bernal, E. 2000. "Crecimiento, nutrición y rendimiento del mango Ataulfo con interinjerto de porte bajo Esmeralda". *Rev. Chapingo*, Serie Horticultura. 11(2):209-213.

## Capítulo II. Fisiología pre y postcosecha del mango

### 2.1 Fisiología precosecha

La calidad final de un mango depende no solamente de los cambios fisiológicos que ocurren durante el proceso de maduración comestible, sino también el desarrollo del fruto y el proceso de maduración fisiológica (estado apropiado para la cosecha pero aún no comestible).

La mayoría de los cambios fisicoquímicos que ocurren en los frutos cosechados están relacionados con el metabolismo oxidativo, incluso la respiración. Debido al vasto alcance de esta, la oxidación bioquímica está relacionada con los estudios de cambios en calidad, trastornos fisiológicos, duración en almacenamiento, maduración, manejo de los productos y muchos de los tratamientos post-recolección.

#### *A. Patrón de crecimiento*

El patrón de crecimiento del mango tiene la forma de una curva sigmoide simple (Hulme, 1971). En la variedad Alphonso la ganancia en peso de la fruta es lenta durante las 5 semanas que siguen al amarre del fruto, después es rápida por 7 semanas, sigue un periodo de dos semanas donde casi no hay incremento en peso y nuevamente se presenta un rápido incremento de dos semanas más hasta el momento apropiado del corte (Krishnamurty y Subramanyam, 1973).

### *B. Respiración*

En la respiración se encuentran tres fases *a)* la descomposición de polisacáridos en azúcares simples, *b)* la oxidación de azúcares a ácido pirúvico y *c)* la transformación aeróbica de piruvato y de otros ácidos orgánicos en CO<sub>2</sub>, agua y energía. La cantidad de respiración puede medirse determinando las pérdidas que experimenta el sustrato, la cantidad de O<sub>2</sub> admitida, la de CO<sub>2</sub> expedida, de calor producido, y de energía desarrollada.

La velocidad de respiración es muy alta (900 mg CO<sub>2</sub>/kg-h) después del amarre en el mango Alphonso, disminuye en la tercera semana, muestra un incremento en la cuarta semana, sigue una disminución gradual hasta la octava semana y se mantiene estable hasta que se alcanza el estado de madurez fisiológica (Krishnamurty y Subramanyam, 1973).

### *C. Cambios químicos*

Un fruto en proceso de maduración sufre una serie de cambios marcados en color, sabor y textura, que indican que se están efectuando cambios en su composición. La madurez trae consigo un aumento en los azúcares simples que dan dulzura, disminución en ácidos orgánicos y fenólicos para reducir la astringencia y la acidez y un aumento en las emanaciones de sustancias volátiles, para dar al fruto un sabor característico (Hulme, 1971).

Durante el periodo que el fruto pasa en el árbol la acumulación de almidón es la principal actividad de los tejidos del mesocarpio. La cantidad de almidón se incrementa desde 1 hasta 13% durante el crecimiento del fruto (Hulme, 1971). En el proceso de maduración del mango Alphonso, Leley *et al.* (1943) reportaron que el almidón era hidrolizado por completo, formando sacarosa. Los otros residuos insolubles al alcohol, diferentes al almidón, tales como la celulosa y la pectina permanecen más o menos constantes (Krishnamurty y Subramanyam, 1973). Los azúcares reductores permanecen constantes durante el periodo de desarrollo, mientras que los no reductores y totales se incrementan gra-



dualmente (Hulme, 1971). La astringencia inicial del fruto, el alto contenido de compuestos fenólicos, disminuye a medida que el fruto alcanza el desarrollo apropiado para cosecharlo (krishnamurty y Subramanyam, 1973). La acidez titulable se incrementa en tanto el mesocarpio es blanco y disminuye a medida que este cambia desde el color amarillo intenso hasta el amarillo pálido, el contenido de ácido ascórbico es considerablemente alto en estos frutos jóvenes y verdes (Hulme, 1971).

## 2.2. Índice de madurez y cosecha

Dentro de los grandes problemas que actualmente restringen el mercado internacional de mango, se encuentra el amplio rango de madurez uniforme o semisazón, el cual les reditúa mayores ganancias. Para lograr lo anterior es necesario establecer criterios sobre los índices de madurez, que ayudan a decidir cuándo hacer la cosecha, y proveer cierta flexibilidad en el mercado que asegure que el producto se mantiene en el óptimo comestible cuando llegue al consumidor (Vela-Gutiérrez, 2000).

Los mangos cosechados en su estado apropiado de madurez alcanzan su madurez comestible normalmente después de la cosecha. Si se cortan demasiados verdes no alcanzan su madurez comestible normal y se marchitan, desarrollan poco sabor, color y aroma. Los frutos sobremaduros pueden ser dañados por los pájaros en el momento de la cosecha y no pueden almacenarse ni transportarse en barco satisfactoriamente, los productos procesados de este tipo de frutos resultan gelatinosos y con sabores desagradables (Jagtiani *et al.*, 1988). El periodo recomendado para realizar la cosecha de mango Manila es desde 90 hasta 120 días posterior al amarre del fruto, empleando como criterio la determinación visual del color externo o interno (verde cenizo en el exterior y ligero amarillento en la pulpa); así como determinación de acidez (aproximadamente 3% de ácido cítrico). Los parámetros anteriores están sujetos a factores externos como las condiciones climáticas y la época del año en que se desarrolle el fruto (Ortega y Cabrera, 1992).

## 2.3 Fisiología postcosecha

Una vez que los frutos han sido cosechados en su estado apropiado de madurez fisiológica, éstos realizan una serie de reacciones metabólicas que la conducen a su estado apropiado de madurez comestible.

### A. Sazonamiento (ripening)

En frutos de drupa carnosa, el “sazonamiento” se considera como el periodo de transición entre la etapa de maduración y senescencia (Wills, 1989). En esta etapa los frutos alcanzan su desarrollo total, así como la máxima expresión estética y comestible. Los cambios que tienen lugar en este periodo son primariamente químicos (Gortner *et al.*, 1967). Para frutos de tipo climatéricos se encuentra dentro de esta etapa un incremento en el consumo de oxígeno y la producción de CO<sub>2</sub> (Pantástico *et al.*, 1975).

### B. Respiración y producción de etileno

Uno de los más importantes procesos metabólicos que suceden durante el periodo postcosecha del mango es la respiración (Krishnamurty y Subramanyam, 1973). Este proceso se considera en forma global como una óxido / reducción en la que algunos compuestos se oxidan a CO<sub>2</sub> y el O<sub>2</sub> que se absorbe se reduce para formar agua (Salisbury y Ross, 1994). Al patrón respiratorio que presenta el mango Alphonso se puede dividir en 4 fases: 1) una fase preclimatérica de tres días después de la cosecha, en la cual los frutos están verdes, firmes y la producción de CO<sub>2</sub> aumenta lentamente, 2) un incremento climatérico que continúa el sexto día postcosecha donde una súbita producción de CO<sub>2</sub> se observa pero el fruto verde y firme; 3) un pico climatérico que se presenta al día 9 después de la cosecha, en este punto se alcanza la máxima producción de CO<sub>2</sub>, el cambio de color se efectúa, el fruto se ablanda y se desarrolla el aroma; 4) la fase senescente a los 10 días después de la cosecha, entonces la producción de CO<sub>2</sub> disminuye, se alcanza un color muy atractivo y se completa la madurez propiamente comestible. Cabe

mencionar que el pico comestible puede presentarse desde dos hasta cinco días después de la cosecha dependiendo de la variedad de mango (Krishnamurty y Subramanyam, 1973).

La tasa de respiración de un producto es un excelente indicador de la tasa metabólica del tejido y por tanto una guía para determinar la vida de almacenamiento potencial de un producto. Se sabe que en los frutos el incremento en la producción de etileno está asociado con un incremento en la respiración. En los frutos climatéricos suficiente etileno está presente en un momento determinado antes de la maduración (Bufler, 1986). El etileno es considerado una “hormona de maduración”, según reportes de varios autores: *a)* el  $C_2H_4$  sintetizado por los mangos estimula a las enzimas oxidantes e hidrolíticas e inactiva a los inhibidores de ellas; *b)* después o durante este proceso se efectúa la solubilización de componentes celulares insolubles, conduciendo a cambios en la permeabilidad celular y permitiendo así, una mayor interacción de los sustratos del fruto con sus enzimas, *c)* que todos los factores y otros hasta ahora desconocidos, inician de forma vigorosa una parte del sistema metabólico que finalmente da como resultado la maduración o estado comestible del fruto (Vela-Gutiérrez, 2000).

### *C. Cosecha y calidad*

#### *Índices de Cosecha*

De acuerdo a Kader (2012), los principales índices de cosecha de los frutos de mango son los siguientes:

- Cambio de la forma del fruto (llenado de los hombros).
- Cambio del color de la piel, desde verde oscuro hasta verde claro y al amarillo (en algunos cultivares). El color rojo de la piel de algunas variedades no es un buen indicador de su madurez de corte.
- Cambio del color de la pulpa, desde amarillo verdoso hasta amarillo o hasta anaranjado, dependiendo de los cultivares.

### *Índices de calidad*

El mismo autor, reporta como índices de calidad los siguientes:

- Uniformidad de forma y tamaño; color de la piel (dependiendo del cultivar) y firmeza de la pulpa.
- Ausencia de pudriciones y defectos, incluyendo quemaduras de sol, quemaduras por látex, abrasiones de la piel, hundimiento de la zona próxima a la cicatriz del pedúnculo, escaldado por agua caliente, daño por frío y daño por insectos.
- Los cambios asociados con la maduración incluyen la conversión del almidón a azúcar (aumento de dulzura), disminución de la acidez y aumento de carotenoides y compuestos aromáticos.
- Los diversos cultivares muestran grandes diferencias en cuanto a cualidades del sabor (grado de dulzura, grado de acidez, intensidad y cualidad del aroma) y textura (contenido de fibra).

#### *D. Cambios fisicoquímicos durante la maduración*

Durante la maduración del mango ocurren ciertos cambios como en la velocidad de respiración lo cual están acompañados por otros muchos cambios fisicoquímicos y bioquímicos.

#### *Ablandamiento*

Éste es causado ya sea por la descomposición de protopectina insoluble en la pectina soluble o por hidrólisis de almidón. Hay pruebas que señalan que durante la maduración de los frutos operan dos procesos sobre las sustancias pecticas: despolimerización o acortamiento de la longitud de las cadenas y desesterificación o remoción de grupos metílicos del polímero (Spencer, 1975). La enzima responsable de la solubilización de la pectina es la poligalacturonasa (PG), de la cual, se ha reportado una buena correlación entre el incremento de la actividad de la enzima y la pérdida de firmeza en mangos (Lizada, 1991; Gómez-Lim, 1993). Por otro lado la pectinmetilesterasa (PME), encargada de la metilación y desmetilación de la pectina, incrementa su actividad

conforme el mango Carabao alcanza el 50% de su madurez comestible y después disminuye la actividad de la enzima (Vela-Gutiérrez, 2000).

Los cambios de la firmeza del mango también dependen de otros polisacáridos, tales como el almidón, la celulosa y la hemicelulosa, que conforman los residuos insolubles en alcohol. Estos residuos muestran una disminución gradual durante la maduración, principalmente debido a la disminución del contenido del almidón.

El ablandamiento en frutos de mango Kent se encuentra diferencialmente asociado con la degradación de los polisacáridos de la lámina media y de la pared celular primaria. La degradación del almidón se asoció con el ablandamiento temprano de los frutos; sin embargo, los cambios en la composición de la pared celular contribuyeron al ablandamiento tardío de los frutos (Cárdenas-Coronel *et al.*, 2012)

### *Pigmentos*

El color de frutos y vegetales es una manifestación externa de la composición y forma de los pigmentos. En la mayoría de los frutos, el primer signo de maduración es la desaparición de color verde. El contenido de clorofila de los frutos en la maduración desaparece con lentitud y por lo general, queda en ellos cierta cantidad de pigmentos verde, en especial en los tejidos internos. El color verde desaparece sólo cuando las dobles ligaduras se saturan o se oxidan. El color de la cáscara de los mangos es un factor determinante en la preferencia del consumidor. Durante la maduración la mayoría de las variedades de mango cambian de color verde a amarillo o naranja con zonas enrojecidas. La pérdida del color verde, se debe a la desaparición de la clorofila liposoluble, la aparición del color amarillo es debido al incremento de los también carotenoides liposolubles; y el tono rojo a las antocianinas hidrosolubles (Medlicott *et al.*, 1986b; Lizada, 1991). El aumento de los carotenoides en la pulpa de las variedades Carabao, Tommy Atkins, Badamy y Alphonso también se ha reportado (Lizada, 1991; Lizada, 1993). Del total de los carotenoides el 50% o más lo constituyen los b-carotenos. El cambio de color en la cáscara y pulpa está acompañado de cambios ultraestructurales en los cloroplastos, donde los sistemas de membranas tilacoides se des-

integran gradualmente, mientras que se forman y aumentan el número de glóbulos osmolíticos. La pérdida de integridad de las membranas está asociada con la degradación de la clorofila y la desaparición de los glóbulos acompaña al incremento de los carotenoides. Se ha reportado que en la carotegénesis intervienen el ácido mevalónico y geraniol como precursores (Lizada, 1993).

La coloración por antocianinas es altamente dependiente del medio intracelular, particularmente del pH. Métodos espectrofotométricos tradicionales son utilizados para determinar el total de antocianinas, betalainas, clorofila, y los carotenoides son cuantificados por métodos de separación por HPLC el cual separa los pigmentos individuales (Vela-Gutiérrez, 2000).

### *Cambio en azúcares y ácidos*

Los azúcares ya sean libres o combinados con otros constituyentes, son de importancia para que se alcance un sabor agradable del fruto, mediante un equilibrio en la proporción ácido-azúcar, color atractivo (derivado de las antocianinas) y una textura saludable (Pantástico, 1979). Los sólidos solubles totales se incrementan durante la maduración como consecuencia de la hidrólisis del almidón; la glucosa, fructosa son los principales monosacáridos que los constituyen y la sacarosa el principal disacárido. La variedad Carabao es la que contiene el porcentaje más elevado de azúcares totales (Lizada, 1993), donde la sacarosa es la que se encuentra en mayor concentración, después de la fructosa y por último la glucosa (Lizada, 1991). En algunas variedades como la Keitt el contenido de los tres azúcares aumenta durante la maduración (Lizada, 1991).

La acidez titulable disminuye conforme el mango madura. Los ácidos orgánicos que se encuentran en mayor proporción en el fruto son el cítrico y el málico; también se ha identificado el oxálico, fumárico, succínico, pirúvico, malónico, tartárico, galacturónico, ascórbico (Hulme, 1971; Pantástico, 1979; Jagtiani *et al.*, 1988; Lizada, 1991; Lanzan *et al.*, 1993, Lizada, 1993). La acidez se expresa en términos de ácido cítrico y depende de la variedad de mango. La reducción de su valor durante

la maduración se atribuye a la desaparición del citrato principalmente (Lizada, 1991) y está acompañada con el correspondiente incremento en el pH de los tejidos (Lazan *et al.*, 1993).

### *Lípidos*

En el mango en maduración se ha observado un incremento considerable en el contenido de lípidos totales y ácidos grasos. Los principales ácidos grasos presentes fueron palmíticos, esteárico, oleico, linoleico, linolénico y durante la maduración, los ácidos grasos insaturados aumentaron más que los saturados. Estos cambios de han correlacionado con las características de aroma y sabor de los mangos (Vela-Gutiérrez, 2000). También se ha reportado que cultivares con sabores y aromas fuertes tienen una mejor relación de los ácidos palmítico/palmitoleico. La composición de los ácidos grasos de la pulpa de diferentes variedades de mango, incluyen: el ácido laúrico, mirístico, palmítico, esteárico, oleico y linoleico y linolénico. Estos con excepción del mirístico también fueron los principales ácidos grasos encontrados en la cáscara del mango Manila donde se observó que los niveles de insaturación aumentaron durante la maduración hasta 25°C.

### *Compuestos fenólicos*

Son compuestos que también influyen en el sabor del mango, impartiendo la astringencia característica. Su contenido se determina como ácido tánico. Durante la maduración su contenido se incrementa ligeramente en algunas variedades como Haden y Kent y otras como Keitt disminuye (Hulme, 1971). Por otro lado en la variedad Carabao que contiene menos del 1 % de compuestos fenólicos totales, la astringencia permanece perceptible aún en estado de madurez comestible; la disminución de la astringencia se ha asociado con una pérdida en el contenido total de los compuestos fenólicos; la molécula básica que se ha detectado en la cáscara y pulpa de los frutos de mango ha sido el ácido galotánico (Lizada, 1993).

### *Productos volátiles*

El aroma específico de los frutos en maduración es emanado a su alrededor. Los principales compuestos identificados en el mango son alcoholes alifáticos y ácidos grasos de cadena corta. El tratamiento con  $C_2H_4$ , que acelera el proceso metabólico “normal” de la maduración y madurez, tienen un efecto favorable sobre el aroma, formándose más esterres, en especial etil acetato.

Los constituyentes volátiles que imparten el aroma al mango son principalmente hidrocarburos terpenoides, esterres, alcoholes, carbonilos y lactonas. Los que se han encontrado en mayor cantidad son los de naturaleza terpenoide: mircenio y ocimeno en las variedades Alphonso y Jaffna; en la variedad Baladi el limoneno además de estos dos (Vela-Gutiérrez, 2000). Otro hidrocarburo encontrado en mangos africanos Tommy Atkins es el car-3-eno (Jagtiani *et al.*, 1988), el cual disminuye durante la maduración. El miceno imparte un aroma fresco y a pasto verde; el ocimeno fragante y herbal; el limoneno como a limón y el car-3-eno es el responsable del aroma a mango verde, pungente y a hojas de mango (MacLeod y Pieris, 1984).

### *Minerales*

Los minerales actúan como cofactores de complejos enzimáticos, sirven para controlar la presión osmótica de los fluidos celulares o forman parte constitutiva de algunas macromoléculas (Badui, 1981). El contenido de Ca, Mg, P, K y B se ha impartido en las variedades Kent, Beverly y Sensation. Ciertos desórdenes fisiológicos que se manifiestan al madurar los frutos han sido atribuidos a la diferencia de Ca (Bordon *et al.*, 1991; Burdon y Moore, 1991).

### *E. Enzimas*

Muchos de los efectos químicos y físicos que se observan durante la maduración de las frutas son atributos a acciones enzimáticas. Por ejemplo en ablandamiento de ciertos frutos durante la maduración se



ha demostrado que está asociado en forma estrecha con el incremento de las actividades de la pectinesterasa y la poligalacturonasa, al igual que ocurren en aguacates, piñas, plátanos y mangos.

El oscurecimiento enzimático de frutos y vegetales es causado por la conversión de compuestos fenólicos a o-quinonas, los que son convertidos a pigmentos oscuros. Esta reacción, es catalizada por la enzima polifenoloxidasas (PFO o PPO por su nombre en inglés), es no deseada porque disminuye la calidad de los alimentos. El oscurecimiento es uno de los síntomas más notables del daño por frío (DF) y que es no agradable al consumidor. Esta reacción afecta la comercialización de los frutos y contribuye a importantes pérdidas postcosecha (Vela *et al.*, 2003).

#### *F. Respuesta fisiológica al estrés postcosecha*

En general se considera que el estrés es un factor del medio ambiente que es capaz de inducir un daño potencial a un sistema viviente. Un estrés es un factor externo (o sucesión de factores) de tal magnitud, que tiende a romper el proceso fisiológico normal del organismo. El alcance del daño es determinado por el tipo de estrés, la longitud del tiempo de exposición, así como la resistencia constitutiva general de la planta.

Durante el periodo postcosecha se presenta un gran número de estrés potenciales, que incluyen: temperatura, agua, gas, radiación, químicos, mecánicos, gravitacionales, herbívoros y patológicos.

En la tabla 2.1, se presenta la terminología relacionada al sistema postcosecha.

Tabla 2.1. Terminología relacionada al sistema postcosecha

<b>Término</b>	<b>Definición (referencia)</b>
Sistema	Un conjunto de partes que se conducen de tal manera que un observador visualiza cómo se coordinan las actividades que dan origen a los diversos cambios.
Pérdida postcosecha	Pérdidas que ocurren entre el término de la cosecha y el consumo.
Periodo postcosecha	Periodo que inicia con la separación del alimento con su medio de crecimiento o producción y el final cuando entra a proceso de preparación final para su consumo. Funciones de ensamble, proceso, empaclado, almacenaje, almacenamiento, transportación y distribución de productos de agricultura a través del comercio de alimentos institucionales y venta de alimentos al por menor y por mayor.
Tecnología postcosecha	Operaciones de campo después de la cosecha y antes del procesamiento del producto, manejo y transporte.

Fuente: Shewfelt y Prussia, 1993.

## *Temperatura*

### *A. Daño hipotérmico*

El empleo de temperatura elevada representa quizá el factor crítico más importante en el mantenimiento de calidad de los productos cosechados. El límite superior de temperatura que soporta la planta varía con la especie y su estado de desarrollo. Así también la severidad del daño observado por esta causa es independiente del tiempo.

El daño que se presenta en una planta al someterse a un estrés por temperatura elevada, puede presentarse a nivel de membrana, licuefacción de lípidos y desnaturalización de ácidos nucleicos y proteínas. La integridad en la estructura de la membrana es esencial para un funcio-

namiento celular normal; por lo que su rompimiento puede mediar varias respuestas secundarias. Tanto el rompimiento de membrana como la desnaturalización de proteínas son daños causados por una exposición aguda a elevadas temperaturas.

El efecto indirecto primario del estrés a elevadas temperaturas puede observarse como inhibición de la síntesis de pigmentos, la formación de escaldaduras en la superficie, lesiones y rompimientos de proteínas. Daños secundarios como la deshidratación son comunes. Las temperaturas elevadas pueden incrementar en gran proporción la transpiración.

Las plantas responden al estrés por el calor evitando y realizando cambios en su tolerancia al calor. En respuesta puede ocurrir mediante una disminución en la tasa respiratoria, así como la síntesis de compuestos que incrementan el reflejo de energía radiante, incremento en la transpiración, u otras quizás.

### *B. Daño por frío (DF)*

El DF, es descrito como la demanda fisiológica que le ocurre a muchas plantas y productos como resultado de la exposición a bajas temperaturas, pero no de congelación (Jackman *et al.*, 1988) y que fluctúan desde 1 hasta 15°C. Los síntomas de daño por frío comúnmente observados y descritos por Wong (1989) son: lesiones leves de algunos frutos y verduras, grandes áreas hundidas en ciertos pimientos, decoloración interna de algunas semillas. Trayendo consigo la presencia de algunos fenómenos como la alteración de membranas y proteínas o desactivación de algunas enzimas.

Algunos cambios físicos como el cesado del flujo protoplásmico, alteración en rangos de respiración y cambios en el proceso de la biosíntesis de etileno. Cuando estos cambios transcurren por tiempos prolongados puede reducir la integridad estructural y la calidad de los productos (Morris, 1982). Este desorden presentado es debido a la naturaleza lipolítica de las proteínas y la fase de transición de los lípidos; al producirse un aumento en 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC) o de la producción de etileno provoca daños sensitivos de frío por estrés de temperaturas bajas (Wang y Adams, 1982).

En las especies sensibles al frío se nota un significativo aumento en la cantidad de ACC y etileno, la producción de estos dos compuestos pueden ser utilizados como indicadores del daño por frío.

El daño por frío no es sólo el desorden postcosecha asociado con el estrés, sino que en algunos frutos ocurre una decoloración del mesocarpio al mantenerlos a temperaturas bajas.

Vela *et al.* (2003), monitorearon la actividad de la PFO en frutos de mango Manila almacenados a 6, 12 y 25°C (grupo control), ellos encontraron que los frutos almacenados a 6 o 12°C presentaron la mayor actividad enzimática al día 16, le atribuyen a este comportamiento la pérdida de compartamentación celular y al incremento en la producción de etileno ocasionado por el DF. Además, reportan una baja o nula actividad enzimática en frutos almacenados a 25°C.

Las condiciones de tiempo y temperatura en la que se presentan los síntomas de DF varían enormemente según el cultivar. Según Hatton (1991) en el intervalo desde 10 hasta 13°C es el más seguro para almacenar mangos sin producir síntomas del daño, y anota que los cultivares del sureste asiático pueden mantenerse a 10°C durante 10 hasta 16 días, también reporta el caso del mango Haden que puede mantenerse a 1.7°C por 4 semanas.

Reportes de otras variedades indican que el empleo de temperaturas inferiores a 13°C durante 10 días, resultó crítico para el desarrollo del DF en mangos Kent en estado sazón (Saucedo-Veloz *et al.*, 1977); 10°C por 30 días dañaron el 30% de mangos Alphoso preclimatéricos (Thomas y Oke, 1983); a 6, 9 y 12°C mangos Sensation desarrollaron más síntomas de daño en la piel que los SamerBahish desde el cuarto día de almacenamiento (Vela-Gutiérrez, 2000).

Frutos de mango Manila almacenados a 6°C por 24 días y 12°C a 28 días mostraron un 55 y 65% de oscurecimiento visual en la cascara, respectivamente. Consecuente del DF presentado en los frutos y la actividad de la PFO (Vela *et al.*, 2003).

Brentch *et al.* (2010) reportaron que el mango Ataulfo es la variedad más sensible al DF. En un estudio que realizaron observaron el desarrollo de pardeamiento de la pulpa alrededor de la semilla después de dos semanas de almacenamiento de 5 a 12.5°C, y de tres a cuatro semanas a 10 y 12.5°C resultando éste último con mayor oscurecimiento. Otros

síntomas de daño por frío encontrados en la variedad Ataulfo fueron: marchitamiento de la piel y pérdida de aroma.

### C. Tratamientos con frío

La USDA (United States Department of Agriculture) ha establecido tratamientos con frío para productos provenientes de zonas infestadas por las moscas de las frutas del mediterráneo (*Ceratitiscapitato*):

Tiempo (días)	Temperatura (°C)
10	0 (o menos)
11	0.6 (o menos)
12	1.1 (o menos)
16	2.2 (o menos)

- Para las moscas de la fruta mexicana (*A. ludens*):

Tiempo (días)	Temperatura (°C)
18	0.53
20	1.11
22	1.66

- Para otras especies de *Anastreha*:

Tiempo (días)	Temperatura (°C)
11	0
13	0.55
15	1.11
17	1.66

Estos tratamientos son apropiados solamente para los productos que tienen la capacidad de almacenarse por mucho tiempo a bajas temperaturas como chabacanos, cerezas, peras, manzanas, uvas, kiwis, pero son inaplicables a mangos, puesto que bajo esas condiciones sufre DF (Hatton, 1991; Mitchell y Kader, 1992).

### *Otros tratamientos para el control de insectos*

Entre éstos se encuentran el uso de insecticidas los cuales han sido utilizados por muchos años en nuestro país el cual se realiza desde el cultivo. Ejemplo de insecticidas son el Dibromuro de Etilo (DBE) y el Bromuro de Metilo (BM) para combatir una gran variedad de especies de insectos, sin embargo para países importadores como Japón y Estados Unidos ha sido prohibido su uso.

La irradiación es otra tecnología aprobada por la FDA (Food and Drug Administration) en los EU como tratamiento para algunos frutos secos (Windeguth, 1986). El problema de esta tecnología es que puede causar daño a la superficie de la cáscara; puede dejar larvas vivas, aunque estén estériles, el lote puede ser rechazado por los inspectores. En México en 2008, se aprobó el uso de la irradiación como tratamiento postcosecha a través del uso de Cobalto 60 para la irradiación de frutos frescos, tales como guayabas, mango manila, zapote, mamey y guanábana para exportación al mercado de Estados Unidos (Infoagro, 2008).

La aplicación de los recubrimientos es otra tecnología, que utilizando aceite mineral, parafinas, ceras solas, o en combinación con fungicidas han sido aprobadas para aumentar la vida de postcosecha de varios tipos de mango. Ocasionando algunos daños como por ejemplo, algunos frutos recubiertos con aceites mostraron daños en la cáscara (Mathur y Srivastava, 1955). También se han utilizado algunas películas plásticas como recubrimientos para evaluar su efecto en el control postcosecha a la maduración y en el control de hongos.

La utilización de tratamientos térmicos por medio de uso de vapor para desinfectar mangos de variedad no especificada y Kesington logrando el 100 % de la mortalidad en los diferentes estudios de moscas de la fruta (Heard *et al.*, 1992), cuando la fruta alcanzó 46-47°C. En algunos frutos el tratamiento térmico puede producir tejido esponjoso, áreas gelatinosas o cavidades en la porción comestible del mesocarpio, desorden conocido como *internal breakdown* (Esguerra y Lizada, 1990).

## *G. Tecnología para reducir el DF*

### *A. Adaptación al frío*

El acondicionamiento de los tejidos sensibles al frío exponiéndolos por un tiempo a una temperatura ligeramente arriba de la que se produce el DF, antes de colocarlos a la temperatura crítica, puede prepararlos para soportar la exposición a bajas temperaturas por más tiempos antes que aparezcan los síntomas visibles del daño (Thomas y Oke, 1983).

### *B. Calentamiento inicial*

En estudios realizados con mango Keitt se pudo comprobar que el pre-acondicionamiento por 24 y 48 horas a 38°C antes del almacenamiento a 5°C durante 11 días, incrementa la tolerancia a la baja temperatura (McCollum et al., 1993).

### *C. Calentamiento intermitente*

Thomas y Joshi (1988) acondicionaron frutos pre-climatéricos de la variedad Alphonso durante 30 días a 10°C, los maduraron a temperatura ambiente (27-34°C) y los almacenaron a 5 o 10°C por 14 días más sin mostrar DF. Sin embargo, otro lote almacenado 30 días a 10°C, madurado a 20°C y subsecuentemente colocado a 5 o 10°C mostró poca evidencia del DF.

### *D. Almacenamiento hipobárico*

Corey (1982) reportó que se puede reducir el DF cuando se almacenan mangos de Haden y Maya desde 3 hasta 4 semanas bajo condiciones hipobáricas (desde 50 hasta 70 mm Hg) a 13°C, aunque estas variedades no desarrollaron su característico color rojo-naranja al madurar en 3 o 4 días a 21°C.

Se han estudiado otras formas para reducir los síntomas de DF como:

- Tratamientos químicos (etanolamina, etoxiquina, benzoato de sodio, tiabendazol y benomyl, calcio).
- Control hormonal (ácido abscísico y etileno).
- Modificación genética de las especies (Wang, 1982; Jackman *et al.*, 1988).
- Atmósferas controladas (AC) y modificadas (AM) pero se tiene escaso o nula información acerca de su aplicación en mango.



## Bibliografía consultada

- Brecht, J. K., Do Nascimento, N. M-C. y Maul, F. 2012. *Condiciones de temperatura-tiempo que inducen los daños por frío en mangos*. Reporte final. Center for Food Distribution & Retailing. University of Florida.
- Cardenas-Coronel, W. G., Velez-de la Rocha, R., Siller-Cepeda, J. H., Osuna-Enciso, T., Muy-Rangel, M. D., Sañudo-Barajas, J. A. “Cambios en la composición de almidón, pectinas y hemicelulosas durante la maduración de mango (*Mangifera indica* cv. Kent)”. *Rev. Chapingo. Serie Horticultura*. **18**(1): 5-19.
- Couey, H. M. 1982. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. *Hort Sci*. **17**(2): 162-165.
- Esguerra, E.B. y Lizada, M. C. C. 1990. The postharvest behavior and quality of “Carabao” mangoes subjected to vapor heat treatment. *ASEAN Food Journal* **5**: 6-11.
- Gómez-Lim, M.A. 1993. Mango fruit ripening: physiology and molecular biology. *Acta Horticulturae*. **341**:484-499.
- Hatton, T. T. 1991. *Reduction of chilling injury with temperature manipulation. Chilling injury of horticultural crops*. Boca Raton, Florida, CRC Press, Inc. 269-280.
- Heard, T. A., Heather, N. W. y Peterson, P. M. 1992. Relative tolerance to vapor heat treatment of eggs and larvae of *Bactrocera tryoni* (Diptera: Tephritidae) in mangoes. *J. Econ. Entomol.* **85**:461-463.
- Hulme, A. C. 1971. The mango. The biochemistry of fruits and their products. *London and New York. Academic Press*. 233-255.
- Infoagro. 2008. *México entra al uso de irradiación de frutas para exportación*. Consultado 11/03/2013. Disponible en: <http://www.infoagro.com/>

- noticias/2008/10/4078\_mexico\_entra\_al\_uso\_irradiacion\_exportacion\_frutas.asp
- Jackman, R. L., Yada, R. Y., Marangoni, A., Parkin, K. L. y Stanley, D. W. 1988. Chilling injury. A review of quality aspects. *J. Food Quality*. II:253-278.
- Jagtiani, J., Chan, H. T. y Sakai, W. S. 1988. *Tropical fruit processing*. San Diego, Academic Press, Inc. 2-5:15-105.
- Kader A. A. 2012. *Postharvest technology of horticultural crops*. University of California.
- Krishnamurty, S. y Subramanyam, H. 1973. Pre and postharvest physiology of the mango fruit: a review. *Trop. Sci.* 15(2):167-193.
- Lanzan, H., Mohd, Z., Soh, J. y Talkh, Z. 1993. The biochemical basis of differential ripening in mango. *Acta Horticulturae* 341:500-509.
- Lizada, M. C. 1991. Postharvest physiology of the mango: a review. *Acta Hort.* 291:437-453.
- Lizada, C. 1993. Mango. *Biochemistry of fruit ripening*. Chapman & Hall. London. 255-271.
- MacLeod, A. J. y Pieris, N. M. 1984. Comparison of the volatile components of some mango cultivars. *Phytochemistry* 23(2):361-366.
- Mathur, P.B. y Srivastava, H. C. 1955. Effect of skin coating on the storage behavior of mango. *Food Research* 20: 559-566.
- McCollum, T.G., D'Aquino, S. y McDonald, R. E. 1993. Heat treatment inhibits mango chilling injury. *Hort Science*. 28:197-198.
- Medlicott, A. P., Bhogal, M. y Reynolds, S. 1986. Changes in peel pigmentation during ripening of mango fruit (*Mangifera indica* var. Tommy Atkins). *Ann. Appl. Biol.* 109:651-656.
- Mitchell, F. G. y Kader, A.A. 1992. Factors affecting deterioration rate. In: J. H. LaRue and R. S. Johnson (eds.). *Peaches, plums and nectarines. Growing and handling for fresh market*. Publication 3331. Univ. of California Division of Agriculture and Natural Resources. Pags: 165-178.
- Morris, L.L. 1982. Chilling injury of horticultural crops: an overview". *Hort Science* 17:161-162.
- Ortega, Z. D. A., y Cabrera, M. H. 1992. Quality of mango fruit from several mango cultivars from Veracruz México. 4<sup>th</sup> *International Mango Symposium*. Tropical Research and Education Center. University of Florida-IFAS.

- Pantastico, Er. B., Chattopadhyaya, T.K. y Subramanyam, H. 1975. Storage and commercial storage operation. In, *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables*. AVI Publishing Company. Pp.560.
- Pantástico, E. B. 1979. *Fisiología de la postrecolección, manejo, y utilización de frutas y hortalizas trópicas y subtrópicas*. 2a Ed. Continental. México.
- Salisbury, F. B. y Ross, C. W. 1994. *Fisiología vegetal*. Grupo editorial Iberoamericana. Pp. 293-317.
- Saucedo-Veloz C., Esparza, T. F., y Lakshminarayana, S. 1977. Effect of refrigerated temperatures on the incidence of chilling injury and ripening quality of mango fruit. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* **90**:205-210.
- Shewfelt, R. L. y Prussia, S. E. 1993. *Postharvest handling: a system approach*. Ed. Academic Press Inc. Pag. 44.
- Thomas, P. y Oke, M. S. 1983. Improvement in quality and storage of “Alphonso” mangoes by cold adaptation. *Sci. Hort.* **19**:257-262.
- Vela-Gutiérrez, G. 2000. *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y enzimáticas del mango (Mangifera indica cv Manila) y temperaturas de refrigeración*. Tesis de Ingeniería Bioquímica. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Mex.
- Vela, G., León, D. M., García, H. S., De La Cruz, J. 2003. Polyphenoloxidase activity during ripening and chilling stress in “Manila” mangoes. *J. Hort. Sci. Biotech.* **78**(1): 104-107.
- Wang, C. Y. y Adams, D. O. 1982. Chilling-induced ethylene production in cucumbers (*Cucumis sativus* L.). *Plant Physiol.* **69**:424-427.
- Wang, C. Y. 1982. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. *Hort Science* **17**(2): 173-186.



## Capítulo III. Propiedades nutrimentales y funcionales

### 3.1. Partes comestibles de la planta de mango

La fruta puede ser consumida verde inmadura, verde madura o madura. Los mangos verdes inmaduros son usualmente consumidos como encurtidos o solos. Los mangos verdes maduros pueden ser pelados, rebanados y consumidos frescos, solos o acompañados con sal o salsa de soya o chile en polvo o en rebanadas en ensaladas de frutas. El mango maduro es consumido preferentemente fresco o almacenado en refrigeración por pocos días o consumido fresco en ensaladas de frutas o con crema helada (*ice cream*). También, los mangos maduros frescos son procesados y preservados para un amplio rango de productos que incluyen jugos, rebanadas congeladas, crema helada (helados), yogurt, mango helado, *mousse* de mango, bebidas envasadas, néctares, salsas, rebanadas secas, barras de mango, bebidas, puré de mango, etc. (Lim, 2012). En la fruta, se desechan normalmente desde 28 hasta 38 % de cáscaras y semillas (tabla 3.1), las cuales tienen propiedades nutricias para alimentación animal, así como propiedades funcionales, útiles desde el punto de vista medicinal.

### 3.2. Desechos del procesamiento del mango

En nuestro país los desechos o subproductos agrícolas (cáscaras, huesos, bagazo, frutas y vegetales dañados o con problemas de madurez y

calidad) representan un problema ambiental ya que no se cuenta con políticas adecuadas para su manejo y la mayoría de las veces son arrojados a los basureros. Dichos subproductos son generados en grandes volúmenes y sólo una mínima parte es reutilizada en la producción de alimento animal de bajo valor agregado.

En cada una de las etapas de la cadena productiva (producción, manejo y comercialización) del mango se pueden generar mermas de esta fruta que se convertirán en desechos, debido a diversas problemáticas.

### 3.3. Compuestos nutritivos

Desde el punto de vista del valor nutritivo, el mango es una fuente importante de nutrimentos, especialmente fibra y vitaminas (tablas 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4).

Tabla 3.1. Contenido nutricional promedio de la fruta del mango.

<b>Componente</b>	<b>En 100 gramos de porción comestible</b>
Agua	83 g
Proteínas	0.5
Grasas	0.0
Carbohidratos	15.0
Fibra	0.8
Calcio	10 mg
Hierro	0.5 mg
Vitamina A	600 UI
Tiamina	0.03 mg
Riboflavina	0.04
Vitamina C	3 mg
Desechos (cáscara y hueso)	28-38 %

Fuente: Cadena Agroalimentaria del mango, 2003; Bangerth y Carle, 2002.

Tabla 3. 2. Composición nutrimental del mango (en 100g. de porción comestible).

Macronutrientes	Gramos	Micronutrientes	Gramos
Humedad	81.71	Ca	10.00 mg
Proteína	0.51	Fe	0.13
Grasa	0.27	Mg	9
Ceniza	0.50	P	11
Carbohidratos	17.00	K	156
<b>Fibra dietaria total</b>	<b>1.80</b>	Na	2
Azúcar total	14.80	Zn	0.04
Energía	65 kcal	Mn	0.027
		Se	0.6 µg
		Vitamina C	27.7 mg
Ácidos grasos saturados totales	0.066 g	Tiamina	0.058 mg
Laúrico 12:0	0.001 g	Riboflavina	0.057 mg
Mirístico 14:0	0.0009 g	Niacina	0.584 mg
Palmítico 16:0	0.052	Acido pantoténico	0.160 mg
Esteárico 18:0	0.003	Vitamina B <sub>6</sub>	0.134 mg
Ácidos grasos monoinsaturados totales	0.101 g	Folato total	14.00 µg
Palmitoleico 16:1	0.048 g	Colina total	7.60 mg
Oleico 18:1	0.054 g	<b>Vitamina A</b>	<b>765 IU (38 µg RAE )</b>
Ácidos grasos poliinsaturados totales	0.051 g	Vitamina E (α tocoferol)	1.12 mg
Linoleico 18:2	0.014 g	Vitamina K (filoquinona)	4,2 µg
Linolénico 18:3	0.037 g	β=caroteno	445 µg
Aminoácidos		α= caroteno	17 µg
Triptofano	0.008 g	β= criptoxantina	11 µg
Treonina	0.019		
Isoleucina	0.018		
Leucina	0.031		

Lisina	0.041		
Metionina	0.005		
Fenilalanina	0.017		
Tirosina	0.010		
Valina	0.026		
Arginina	0.019		
Histidina	0.012		
Alanina	0.051		
Glicina	0.021		
Prolina	0.018		
Serina	0.022		
Ácido aspártico	0.042		
Ácido glutámico	0.060 g		

USDA, 2010

Tabla 3.3. Composición y valor nutrimental del mango  
(g / 100 g de pulpa)

Componente	Morton, 1987	Srivastava, 1967	
	Mango maduro	Mango verde	Mango maduro
Calorías	62.1 - 63.7	39	50 - 60
Humedad	78.9 - 82.8	90.0	86.1
Proteínas	0.36 - 0.40	0.7	0.6
Grasa	0.30 - 0.53	0.1	0.1
Carbohidratos	16.20 - 17.18	8.8	11.8
<b>Fibra</b>	<b>0.85 - 1.06</b>		
Ceniza	0.34 - 0.52		0.01
Calcio	6.1 - 12.8 mg	0.01	0.02
Fósforo	5.5 - 17.9	0.02	
Hierro	0.20 - 0.63	450 mg	30
<b>Vitamina A</b>	<b>0.135 - 1.872 mg</b>	<b>150 UI</b>	<b>4800 UI</b>
Tiamina	0.020-0.073		0.04 mg



Riboflavina	0.025 - 0.068	0.03	0.05
Niacina	0.025 - 0.707		
Ácido ascórbico	7.8 - 172.0	0.3	13
Metionina	3.0 - 6.0		
Triptofano	32 - 37		
Lisina			
Ácido nicotínico			0.3 mg

Tabla 3.4. Valor alimenticio de la pulpa de mango maduro

Componente	Gramos / 100 gramos de pulpa		
	Masibo and He, 2009	Coveca, Ver.	Collazos C, 1996
Agua	78.9-82.8	81.8	83.0
Proteína	0.36-0.40	0.5	0.4
Grasa	0.30-0.53	0.1	0.2
Carbohidratos	16.20-17.18	16.4	15.9
<b>Fibra</b>	<b>0.85-1.06</b>	<b>0.7</b>	<b>1.0</b>
Ceniza	0.34-0.52		0.5
Calcio	6.1-12.8 mg	10	17 mg
Fósforo	5.5-17.9	14	15 mg
Hierro	0.20-0.63	0.4	0.4 mg
<b>Vitamina A, caroteno</b>	<b>0.135-1.872 mg</b>	<b>1100 UI</b>	<b>159 mcg Retinol</b>
Tiamina	0.02-0.073	0.04	0.03 mg
Riboflavina	0.025-0.068	0.07	0.11 mg
Niacina	0.025-0.707	0.04	0.39 mg
Ácido ascórbico	7.8-172.0	80	24.8 mg Reducido
Triptófano	3-6 mg		
Lisina	32-37		
Metionina	4		
Energía metabolizable	62.1-63.7 kcal		60 kcal

### 3.3.1. Propiedades nutrimentales

En las tablas desde la 3.1 hasta la 3.4 se observa que el mango aporta excelentes propiedades nutrimentales, rico en vitaminas, minerales y fibra, es una de las frutas más indicadas para todas las edades y prácticamente para todas las situaciones fisiológicas.

El mango es un alimento de sabor exquisito, de fácil consumo y, además, muy saludable. Una pieza de esta fruta de 200 g cubre las necesidades diarias de vitamina C en un individuo adulto, el 30% de las de vitamina A y el 23% de las de vitamina E. El mango aporta 65 kcal/100 gramos, por lo que se considera una fruta con un moderado contenido calórico. Estas calorías proceden mayoritariamente de los hidratos de carbono que contiene, ya que prácticamente carece de grasas y de proteínas.

El mango es muy rico en vitaminas A, C y E, micronutrientes de acción antioxidante, capaces de neutralizar los radicales libres responsables del envejecimiento y factor de riesgo de diversas enfermedades degenerativas, cardiovasculares e incluso algunos tipos de cáncer.

**Vitamina A.** Destaca su elevado contenido en vitamina A y en beta-carotenos, que se transforman en el organismo en vitamina A, conforme éste lo va necesitando. La vitamina A es esencial para una correcta visión, ayuda a conseguir un buen estado de la piel y mucosas, y previene de las infecciones respiratorias. El consumo de esta fruta puede ser una estrategia nutricional muy útil en la prevención de la ceguera causada por el déficit de esta vitamina en niños de los países en vías desarrollo. El organismo, además, asimila mejor este nutriente gracias a la presencia de vitamina E, que protege a la vitamina A de su oxidación en el intestino y en los tejidos.

**Vitamina E.** El mango es una excelente fuente de vitamina E. Una pieza de 200 g aporta más del 20% de la cantidad diaria recomendada en un adulto. Sorprende su contenido en esta vitamina al tratarse de una fruta, pues los alimentos más ricos en vitamina E suelen ser los alimentos ricos en aceite y grasa.

**Vitamina C.** Esta fruta es igualmente rica en vitamina C. La vitamina C interviene en la formación de los glóbulos rojos, colágeno, huesos y dientes, y favorece la absorción del hierro presente en el alimento, a la

vez que refuerza el sistema de defensa del organismo frente a infecciones y alergias, reduce los niveles de colesterol y retrasa el proceso de envejecimiento de las células.

Vitaminas del complejo B. Presenta asimismo pequeñas cantidades de vitaminas del grupo B, como la tiamina ( $B_1$ ) la riboflavina ( $B_2$ ) y piridoxina ( $B_6$ ), necesarias para el buen funcionamiento del sistema nervioso, la salud de la piel y el cabello, así como para la síntesis de aminoácidos y el metabolismo de las grasas, entre otros. De esta manera, comer mango ayuda, en cierto modo, a prevenir la caída del cabello, alivia o previene los problemas de la piel, la debilidad muscular y los trastornos de origen nervioso.

Ácido fólico. Además, el mango aporta ácido fólico, una vitamina fundamental en las mujeres embarazadas ya que reduce el riesgo de malformaciones congénitas.

### *Minerales*

El mango es rico en potasio, un mineral necesario para mantener en forma el sistema cardiovascular, ya que favorece los movimientos del corazón, a la vez que favorece la función renal. Las deficiencias de potasio no son muy habituales en una dieta normal, pero sí pueden ocurrir en situaciones muy específicas, como en algunos tratamientos antihipertensivos donde el uso de diuréticos ocasiona importantes pérdidas de este mineral por la orina, o en el caso de deportistas de alto rendimiento que sufren de importantes pérdidas de potasio a través del sudor.

El selenio es un mineral con capacidad antioxidante presente en mayor cantidad en otros alimentos como mariscos y vísceras. Sin embargo, también está presente en frutas tropicales, como el mango, en mayor proporción si se compara con su contenido en otras frutas.

También contiene pequeñas cantidades de otros minerales como: magnesio, importante para la actividad muscular y con cierto efecto laxante; yodo, necesario para el buen funcionamiento del tiroides; calcio para mantener unos huesos sólidos; cinc, esencial para la salud del pelo, la vista, así como para la función reproductora; hierro, gracias al cual el organismo produce hemoglobina y que ve favorecida su ab-

sorción por la presencia de vitamina C. Por esta razón, aunque el hierro esté presente en pequeña cantidad, puede resultar interesante para prevenir la anemia, algo relativamente frecuente en mujeres embarazadas o en edad fértil.

El mango contiene asimismo ácidos orgánicos (ácido málico, tartárico...) en pequeña cantidad (menos del 1%) y flavonoides, como la quercitina, de propiedades antioxidantes.

Ácidos grasos. 54 ácidos volátiles fueron identificados en el mango (variedad Alfonso) y ácido 5-hidroxi-7 decanoico (2 mg / kg) y ácido 3-hidroxi-octanoico (1.1 mg / kg) fueron confirmados como los principales constituyentes (Idstein *et al.*, 1985). Un ácido graso inusual, ácido cis-9, cis-15 octadecadienoico, con nombre trivial, ácido mangíferico fue identificado en los lípidos de la pulpa de mangos crecidos en las Filipinas (Shibahara *et al.*, 1993).

En definitiva, y según su composición nutricional, se puede afirmar que esta fruta es una de las más indicadas para todas las edades, para deportistas, embarazadas, personas convalecientes de alguna enfermedad, personas que sigan una dieta de adelgazamiento, hipertensas con tratamientos de diuréticos que eliminan potasio, en situaciones de estrés, fumadores, etcétera.

Únicamente deberían moderar o evitar su consumo, aquellos enfermos renales que sigan dietas de control de potasio, en casos de diarrea, trastornos gastrointestinales (estómago delicado, gastritis, etcétera.)

### 3.4. Propiedades funcionales

La pulpa del mango presenta una concentración significativa de compuestos bioactivos tales como la vitamina A (esencial para el mantenimiento de los tejidos epiteliales piel y mucosas), así como de compuestos con una gran actividad antioxidante entre ellos la vitamina C, vitamina E, polifenoles, carotenos, entre otros, además de presentar una importante concentración de minerales como potasio y magnesio, los cuales intervienen en la transmisión nerviosa y muscular, también aporta pequeñas cantidades de hierro, fósforo y calcio. Asimismo, la pulpa del mango contiene fibra soluble (pectinas), ácidos orgánicos (cítrico y málico) y tani-

nos. En su composición destaca igualmente la presencia de una sustancia denominada manguiferina, que en animales de experimentación parece ejercer una acción antioxidante, inmunomoduladora, antiviral y antitumoral (Guha *et al.*, 1996; Sánchez *et al.*, 2000).

De acuerdo a un estudio de Kuskoski *et al.* (2005) la pulpa de mango presentó una mayor actividad antioxidante y una mayor concentración de compuestos fenólicos totales comparada con la pulpa de uva, guayaba y piña. Por su parte Robles-Sánchez *et al.* (2009) reportaron que el consumo de mango en personas redujo el estrés oxidativo y los niveles de triglicéridos en plasma.

De la misma manera, la cáscara y el hueso del mango que pueden considerarse desechos pueden ser una fuente importante de compuestos bioactivos, tales como la pectina, polifenoles y manguiferina en la cáscara, ácidos grasos poliinsaturados en el hueso y compuestos de naturaleza fenólica con actividad antioxidante y antiinflamatoria. Además se ha reportado una importante actividad antimicrobiana en extractos de huesos de mango, debido a la naturaleza de los compuestos polifenólicos que contienen (Engels *et al.*, 2009).

Se ha señalado que la cáscara de diferentes variedades de mango contienen pectina de alta calidad, por su importante concentración en ácido galacturónico y su grado de esterificación (Sudhakar y Maini, 2000; Schieber *et al.*, 2004) así como fibra dietaria con un excelente equilibrio entre fibra soluble e insoluble (Larrauri *et al.*, 1996), por lo que puede ser un ingrediente en alimentos funcionales con actividad hipoglucemiante, hipocolesterolemica e hipotrigliceridémica.

García I. (2003) reportó que la cáscara de mango criollo presenta en promedio 4.8% de proteína cruda, 29% de fibra dietética soluble y 27% de fibra dietética insoluble, dicho balance entre los dos tipos de fibra son similar al de la avena; por lo que con su ingesta se podría lograr una funcionalidad similar a la reportada para la avena, tal como: una disminución en la concentración de colesterol y glucosa en la sangre, un incremento en la eliminación de ácidos biliares, así como el crecimiento y proliferación de la flora bacteriana. De igual manera, se ha reportado una importante concentración de polifenoles y compuestos antioxidantes en la cáscara de mango (Schieber *et al.*, 2003; Ajila *et al.*, 2007).

Asímismo, en la semilla o hueso del mango se ha encontrado una importante actividad antioxidante, inclusive más alta que en la pulpa misma (Soong y Barlow, 2004; Maisuthisakula y Gordon, 2009). Además, por su perfil de lípidos el aceite de la semilla del mango puede ser empleado en confitería y en la elaboración de cosméticos (Álvarez, 2004).

Es así como la fibra de la cáscara o pulpa de mango, los extractos antioxidantes de la cáscara o hueso del mango podrían ser un ingrediente de alto valor agregado para la industria alimentaria, cosmética o farmacéutica.

Complementariamente, Lim (2012) respecto al mango, menciona y describe trabajos de investigación realizados con los diferentes componentes del mango (cáscara o piel, pulpa y semillas de la fruta; hojas y cáscara del árbol). En este documento se describen diferentes propiedades medicinales del mango, tales como:

- a. Actividad antioxidante
- b. Actividad anticáncer
- c. Actividad hepatoprotectora
- d. Actividad antígenotóxica
- e. Actividad antihiperlipidémica, antidiabética y antihiperlipidémica
- f. Actividad antiaterosclerótica
- g. Actividad cardioprotectora
- h. Actividad gastroprotectora / antiulcerogénica
- i. Actividad antiinflamatoria y antinociceptiva
- j. Actividad radioprotectora
- k. Actividad tiroide estimuladora
- l. Actividad neuroprotectora y neurológica
- m. Actividad inmunomoduladora
- n. Actividad antiviral
- o. Actividad antimicrobiana
- p. Actividad antiprotozoarios
- q. Actividad antidiarreica
- r. Actividad antihelmíntica y antialérgica
- s. Actividad antiveneno

### 3.5. Actividad antioxidante

La fruta y otras partes del árbol de mango contienen compuestos fitoquímicos con numerosos atributos medicinales y farmacológicos. En este sentido la fruta es considerada una “superfruta”. Es rica en fibra dietaria prebiótica, vitaminas antioxidantes (A, C y E), carotenoides antioxidantes ( $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno y  $\beta$ -criptoxantina y otros), polifenoles antioxidantes (en la piel). Y también contiene otras vitaminas ( $B_6$ , K y B), minerales esenciales, ácidos grasos omega-3 (ácido linolénico) y 17 minerales esenciales en buen nivel. En puré de mango fueron identificados polifenoles que incluyen 5 glucosidos de quercitina y un glucósido de kamferol (Schieber *et al.*, 2000). Los glucosidos flavonoles predominantes fueron Q3- galactosido (22.1 mg / kg de peso fresco), Q3- glucosido (16 mg / kg) y Q3- arabinosido (5 mg / kg). Entre los ácidos fenólicos, el ácido gálico fue predominante (6.9 mg / kg). La cuantificación del C-glucosido de mangiferina (4.4 mg / kg) fue también realizada. Debido a la presencia de carotenoides y polifenoles, el mango puede ser considerado como una fuente especialmente rica en antioxidantes.

Carotenoides. Veinticinco carotenoides fueron identificados en la pulpa, los cuales impartieron la coloración amarillo naranja a la fruta fresca. El trans  $\beta$ -caroteno estuvo presente en gran cantidad (29.34  $\mu$ g), seguidos del isómero Cis-  $\beta$ -caroteno (9.86  $\mu$ g / g), violaxantina y sus Cis.isómeros (6.40  $\mu$ g / g), neocromo ( 5.05 $\mu$ g / g), luteoxantina (3.6  $\mu$ g / g), neoxantina y sus Cis-isómeros (1.88  $\mu$ g / g), zeaxantina (1.16 $\mu$  g / g) y 9- o 9'-cis luteína (0.78  $\mu$ g / g) [Chen *et al.*, 2004 ].

Tabla 3.5. Contenidos de fenoles totales, carotenoides y vitamina E en extractos de acetona de piel de mango (variedad Badami de la India)

Parámetro	Piel no madura	Piel madura	Referencia
Fenoles totales (mg / g GAE)	90.2 $\pm$ 0.57b	54.67 $\pm$ 1.5a	Ajila <i>et al.</i> , 2010
Carotenoides (mcg / g)	81.0 $\pm$ 0.42a	194.0 $\pm$ 0.2b	
Vitamina E (mcg / g)	104.0 $\pm$ 3.2a	230.0 $\pm$ 12b	
	GAE-gallicacidequivalents)		

### 3.5.1. *Constituyentes fenólicos.*

Siete compuestos fenólicos fueron aislados de la corteza del tallo de mango: ácido gálico, ácido 3-4-dihidroxi benzoico, metil ester de ácido gálico, propil ester de ácido galico, mangiferina, (+)-catequina, (-)-epi-catequina, ácido benzoico y propil ester de ácido benzoico. Estos compuestos han sido desarrollados en Cuba a escala industrial para ser usados como suplemento nutricional, cosméticos y fitomedicina (Nuñez Sellés *et al.*, 2022).



## Bibliografía consultada

- Ajila CM, Naidu KA, Bhat SG, Prasada Rao UJS (2007). Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *Food Chem* 105 (3):982-988.
- Ajila CM, Jagannmohan L and Prasada Rao UJS. 2010. Characterization of bioactive compounds from raw and ripe *Mangifera indica* L peel extracts. *Food and Chemical Toxicology* 48:3406-3411.
- Chen JP, Tai CY, Chen BH (2004). Improved liquid chromatographic methods for determination of carotenoids in Taiwanese mango (*Mangifera indica* L). *J. Chromatogr. A* 1054(1.2):261-268.
- Engels C, Knödler M, Zhao YY, Carle R, Gänzle MG, Schieber A (2009). Antimicrobial activity of gallotannins isolated from mango (*Mangifera indica* L) kernels. *J. Agric. Food Chem.* 57 (17):7712-7718.
- González-Aguilar GA, Celis J, Sotelo-Mundo RR, de la Rosa LA, Rodrigo-García J, Álvarez-Parrilla E., 2008. Physiological and biochemical changes of different fresh-cut mango cultivars stored at 5 C. *Int. J. Food Sci. Tech* 43(1):91-101.
- Ghua S, Ghosal S, Chattopadhyay U (1996). Antitumor, immunomodulatory and anti-HIV effect of mangiferin: a naturally occurring glucosyxanthone. *Chemother* 42 (6): 443-451.
- Idstein H, Bauser C, Schreier P (1985). Volatile acids in tropical fruits: cherimoya (*Annona cherimolia*, Mill), guava (*Psidium guajava*, L), mango (*Mangifera indica* L, var. Alphonso), papaya (*Carica papaya*, L). *Z. Lebensm Unters Forsch* 180 (5):394-397.
- Larrauri JA, Rupèrez P, Saura-Calixto F (1997). Mango peel fibres with antioxidant activity. *Z. Lebensm Unters Forsch A* 205 (1): 39-72.

- Lim TK, 2012. Edible medicinal and non-medicinal plants. Vol. 1 (fruits). *Springer Science+Business Media B.V.*
- Morton JF. 1987. Fruits and warm climates. *JF Morton Pub.* Miami 505 p.
- Prasada Rao UJS. 2010. *Characterization of bioactive compounds from raw and ripe Mangifera indica L peel extracts*, s.l.
- Robles-Sánchez RM, Islas-Ozuna MA, Astiazarán-García H, Vázquez-Ortiz FA, Martín-Belloso O, Gorinstein S and González-Aguilar GA, 2009. Quality Index, Consumer Acceptability, Bioactive Compounds, and Antioxidant Activity of Fresh-Cut Ataulfo mangoes (*Mangifera indica* L.) as Affected by Low-Temperature Storage. *Journal of Food Science* 74(3):S126-S134.
- Sánchez GM, Re L, Giuliani A, Núñez-Sellés AJ, Davison GP, León-Fernández OS (2000). Protective effects of *Mangifera indica* L extract, mangiferin and selected antioxidants against TPA-induced biomolecules oxidation and peritoneal macrophage activation in mice. *Pharmacol Res* 42(6): 565-573.
- Schieber A, Ullrich W, Carle R (2000). Characterization of polyphenols in mango puree concentrate by HPLC with diode array and mass spectrometric detection. *Int. J. Food Sci Nutr* 1:161-166.
- Schieber A, Benardini N, Carle R. (2003). Identification of flavonol and xanthone glycosides from mango (*Mangifera indica* L. Cv. Tommy Atkins) peels by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry. *J Agric Food Chem* 51(17): 5006-5011.
- Shibahara A, Yamamoto K, Shinkai K, Nakayama T, Kajimoto G (1993). Cis-9, cis-15-octadecadienoic acid: a novel fatty acid found in higher plants. *Biochim. Biophys Acta* 1170:245-252.
- Srivastava HC. 1967. Grading, store and marketing. En: *The mango, a handbook*. Indian council.
- U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2010). USDA. *National nutrient database for standard reference, release 23*, Nutrient Data Laboratory Home Page. <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.

## Acerca de los autores

**Leonides Elena Flores Guillén.** Licenciada en Nutrición, maestría en Alimentación y Nutrición. Nutrióloga certificada por el Colegio Mexicano de Nutriólogos Miembro del cuerpo académico *en formación* Seguridad Alimentaria y Nutricional. Perfil PROMEP. Expositora de trabajos de investigación en eventos nacionales, congresos de la Asociación Mexicana de Miembros de Facultades y Escuelas de Nutrición. Expositora en trabajos internacionales. Autora de capítulos del libro de *Modelo operativo del PICSAN* y autor y coautor en revistas indexadas como *Revista Chilena de Nutrición* y *Avances en Seguridad Alimentaria y Nutricional* de Colombia. Directora de Tesis de Licenciatura y Maestría.

**Erika Judith López Zúñiga.** Licenciada en Nutrición, maestría en Alimentación y Nutrición, nutrióloga certificada por el Colegio Mexicano de Nutriólogos. Directora de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y alimentos

Presidenta del capítulo Chiapas del Colegio Mexicano de Nutriólogos. Miembro del cuerpo académico *en formación* Seguridad Alimentaria y Nutricional. Perfil PROMEP. Expositora de trabajos de investigación en eventos nacionales e internacionales. Autora de capítulos del libro de *Modelo operativo del PICSAN* y autor y coautor en revistas indexadas como *Revista Chilena de Nutrición* y *Avances en Seguridad Alimentaria y Nutricional de Colombia*, *Obesity* de Estados Unidos. Directora de tesis de licenciatura y maestría.

**Alfredo Pérez Jácome.** Médico cirujano con especialidad en medicina familiar, maestro en alimentación y nutrición, miembro del cuerpo acadé-

mico en formación *Seguridad Alimentaria y Nutricional*. Perfil PROMEP. Profesor de tiempo completo titular A. Ha sido coordinador académico, coordinador de la Clínica de Nutrición y actualmente coordinador del Programa de Vigilancia Epidemiológica Nutricional en jardines de niños. Ha formado parte de diferentes órganos colegiados en la institución como presidente de la academia de nutrición comunitaria, miembro del consejo universitario, consejero académico en tres ocasiones, presidente del comité de evaluación de ingreso, promoción y permanencia del personal académico.

Es autor de capítulos de libro, como son “La seguridad alimentaria nutricional y su importancia para la atención primaria de la salud”, e “Indicadores de seguridad alimentaria y nutricional para evaluar acciones”, “Metodología participativa comunitaria para la atención primaria a la salud”, “Saneamiento del agua de uso y consumo humano en la localidad de Lázaro Cárdenas municipio de Chiapilla”, “Principios de los nutrimentos y dietética”. Autor de artículos en revistas indexadas, ha presentado trabajos de investigación en foros nacionales e internacionales. Ha sido director de tesis en el área de la nutrición obteniendo resultados de los sustentantes de mención honorífica, destacando el trabajo denominado *Efectos de la malnutrición en el aprendizaje y rendimiento escolar en niños preescolares*, el cual participó en un concurso de calidad en trabajos de tesis obteniendo el primer lugar entre la población universitaria.

**Gilber Vela Gutiérrez.** Ingeniero Bioquímico en Alimentos (2000) por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Maestro en Ciencias en Ingeniería Bioquímica (2003) por la Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos (UNIDA) del Instituto Tecnológico de Veracruz (ITV). Candidato a doctor en Ciencias de los Alimentos por la Unida del ITV. Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos de la UNICACH. Miembro del Sistema Estatal de Investigación (Nivel II). Coordinador del PE de la licenciatura en Alimentos de la UNICACH (2006-2011). Presidente del Comité para el Consejo Regulador de la Calidad del Café Chiapas (2009-2014). Presidente de la Delegación Chiapas del Colegio Mexicano de Ingenieros Bioquímicos A.C. (2011-2013). Miembro del Comité de Alimentos de la Marca Chiapas. Evaluador de proyectos de la Fundación PRODUCE Chiapas, A.C. Árbitro

(juez) de la revista de la Sociedad Mexicana de Tecnología de Alimentos (*Somenta*). Autor de 6 artículos indexados y/o arbitrados. Más de 30 presentaciones en congresos nacionales e internacionales. Coautor del capítulo del “Postharvest operations compendium: pawpaw” electrónico editado por AGSI-FAO. Conferencias impartidas en Chiapas y León, Guanajuato, México; además de la Universidad Autónoma de Barcelona; y Quito, Cuenca y Guayaquil en Ecuador.

**Adriana Caballero Roque.** Ingeniera Bioquímica, maestra en Alimentación y Nutrición. Doctora en Ciencias en Desarrollo Sustentable. Profesora de tiempo completo niveles pregrado y posgrado de la Facultad de Ciencias de La Nutrición y Alimentos en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores de Chiapas. Perfil PROMEP-SEP. Miembro del cuerpo académico Seguridad Alimentaria y Nutricional.

Ha publicado en revistas nacionales e internacionales. Ha publicado libros sobre bioquímica, tecnología de alimentos y plantas comestibles. Participa en proyectos sobre cuidado del medio ambiente, alimentación y salud.

**Oscar Aarón Aguilar Nájera.** Ingeniero Bioquímico, maestro en Alimentación y Nutrición. Ha ejercido la coordinación de laboratorios desempeñado consejero académico. Actualmente es profesor de tiempo completo, tutor, responsable del Servicio Social y consejero universitario 2009-2013. Integrante del Comité de Evaluación de Ingreso, Promoción y Permanencia del Personal Académico. Perfil PROMEP ha publicado en revistas nacionales.

**Evaristo Julio Ballinas Díaz.** Ingeniero Bioquímico, maestro en Ciencias en Bioingeniería de Alimentos del CINVESTAV-IPN y estudios de doctorado en Biotecnología de Alimentos del CINVESTAV-IPN. PTC de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos de la UNICACH. Perfil PROMEP desde 2001. Excoordinador de la maestría en Alimentación y Nutrición y exdirector de la FCNyA. Exbecario del CONACYT para estudios de doctorado. Líder del CA Seguridad Alimentaria y Nutricional”.

## *Rectoría*

Ing. Roberto Domínguez Castellanos  
RECTOR

Dr. José Rodolfo Calvo Fonseca  
SECRETARIO GENERAL

C.P. Miriam Matilde Solís Domínguez  
AUDITORA GENERAL

Lic. Adolfo Guerra Talayero  
ABOGADO GENERAL

Mtro. Pascual Ramos García  
DIRECTOR DE PLANEACIÓN

Mtro. Florentino Pérez Pérez  
SECRETARIO ACADÉMICO

Dra. María Adelina Schlie Guzmán  
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Lic. María de los Ángeles Vázquez Amancha  
ENCARGADA DE LA DIRECCIÓN DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

Lic. Ricardo Cruz González  
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN

L.R.P. Aurora Evangelina Serrano Roblero  
DIRECTORA DE SERVICIOS ESCOLARES

Mtra. Brenda María Villarreal Antelo  
DIRECTORA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

Lic. Noé Fernando Gutiérrez González  
DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

## *Dependencias de Educación Superior*

Mtro. Jesús Manuel Grajales Romero  
DIRECTOR DE OFERTA EDUCATIVA REGIONALIZADA

L. G. Tlayuhua Rodríguez García  
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y ALIMENTOS

Dr. Ernesto Velázquez Velázquez  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Mtro. Alberto Ballinas Solís  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y SALUD PÚBLICA

Mtro. Martín de Jesús Ovalle Sosa  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

Dr. José Armando Velasco Herrera  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Antrop. Julio Alberto Pimentel Tort  
DIRECTOR DEL CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN ARTES

Dr. Alain Basail Rodríguez  
DIRECTOR DEL CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MÉXICO  
Y CENTROAMÉRICA (CESMECA)

Dra. Silvia Guadalupe Ramos Hernández  
DIRECTORA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Lic. Jorge Luis Taveras Ureña  
COORDINADOR DEL CENTRO DE LENGUAS

**Colección  
Jaguar**



**UNICACH**

**Mango**  
**Cultivo, tratamiento pre y postcosecha**  
**Propiedades nutrimentales y funcionales**

Se terminó de imprimir en el mes de julio de 2013, con un tiraje de 750 ejemplares, en los talleres de Desarrollo Gráfico Editorial, S.A. de C.V. Teléfono: (55) 5-605-81-75, México, D.F. El diseño tipográfico estuvo a cargo de Salvador López Hernández, la corrección de Luciano Villarreal Rodas y el cuidado de la edición de la Oficina Editorial de la UNICACH, durante el rectorado del Ing. Roberto Domínguez Castellanos.





El mango pertenece al reino Plantae, al filo Magnoliophyta, a la clase Magnoliopsida, al orden Sapindales, a la familia Anacardiaceae, género *Mangifera* y a la especie *Mangifera indica*, el mango es una fruta de zona intertropical de pulpa carnosa y dulce, sobresale el buen sabor de esta fruta.

La palabra mango procede del tamil *mangay* que posteriormente, por influencia del portugués derivó en *manga*. Los mangos proceden del sudeste asiático, concretamente del norte de Birmania y del noroeste de la India, en donde hoy en día todavía encontramos especies silvestres. Los primeros textos donde se menciona este árbol y su fruto están escritos en sánscrito y fueron encontrados en la India hace 2000 años.

El estudio de esta fruta a través su agronomía, producción y rendimiento es tratado en el capítulo I, también se aborda la fisiología del mismo en su etapa de precosecha y poscosecha en el capítulo II, y con la finalidad de mantener todas las propiedades finalmente se aborda las propiedades nutriólogicas y funcionales del fruto en el capítulo III.

Con lo anterior se pretende contribuir a la utilización del mango con fines de alimentación y su efecto funcional debido a que pueden contribuir a mejorar el perfil epidemiológico nacional caracterizado por enfermedades crónico degenerativas tales como diabetes mellitus, hipertensión, dislipidemias, entre otras, así como deficiencias específicas entre las que citaremos las de las vitaminas A, C, E y folatos. Haciendo eco a lo que desde la Antigüedad se preconizaba (el alimento sea tu medicina).

