

## Cambios fisicoquímicos durante maduración en condiciones locales de venta de frutos de mango Ataulfo de San Marcos Guerrero, Mex.

Victor Manuel Rivera Castro<sup>a\*</sup>, Ana Consuelo Bahena Ortega<sup>b</sup>, José Luis Valenzuela Lagarda<sup>c</sup>, Alfredo Montaña López<sup>c</sup>, Jesús Manuel Mancillas Paredes<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Unidad Culiacán. Carretera El Dorado Km 5.5, Campo el Diez, 80110 Culiacán Rosales, Sinaloa, México.

<sup>b</sup>Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local de la UA Gro, Carretera Iguala-Tuxpan, km 2.5. Iguala de la Independencia, Guerrero, México.

<sup>c</sup>Centro Regional de Educación Superior Campus Cruz Grande, Carretera Cruz Grande-Ayutla de los Libres SN, Florencio Villarreal, Guerrero, México.

<sup>d</sup>Alianza Estratégica para el Desarrollo Sustentable de la Región Pacífico Sur, Fraccionamiento Marina Diamante, Aeropuerto, 39893 Acapulco de Juárez, Guerrero, México.

\*E-mail de autor responsable: [spviktor41@gmail.com](mailto:spviktor41@gmail.com)

Recibido 20 marzo 2022, Aceptado 30 marzo 2022

### Resumen

El mango es uno de los frutales más consumidos a nivel mundial, sus características organolépticas lo hacen muy deseado por los consumidores, la necesidad de brindar frutos de calidad conmina a caracterizar el comportamiento durante la maduración de diferentes cultivares. El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento químico y bioquímico durante la maduración de frutos de mango de los cultivares Manila y Ataulfo, de San Marcos en el estado de Guerrero. Se utilizaron condiciones similares a la de venta en mercado local, así como se evaluaron parámetros químicos y físicos cada dos días durante un periodo de 8 días. Los resultados arrojan que el cv. Ataulfo presentó el mayor contenido de Sólidos Solubles Totales, mientras que el cv. Manila presentó la mejor relación SST/AT, ambos frutos presentaron cambios de color en cascara de verde a amarillo y en pulpa de blanco-amarillo a amarillo. Se Concluye que ambas variedades presentan cambios de color y aumentos de azúcares que los hacen ideales para consumo, sin embargo, el cv Manila no debe de exceder las 144 horas de almacenamiento, al estar expuesto a una pérdida grande de firmeza.

**Palabras clave:** Mango, Cambios Físicoquímicos, Poscosecha

### 1. Introducción

El mango es de los frutos más consumidos a nivel mundial, siendo uno de los de mayor producción. A nivel mundial la India lidera la producción con más de 25.63 millones de toneladas seguidos de China (5 millones de toneladas) y México (3.29 millones de toneladas) [1], de estos tres México presenta el mayor volumen de exportación siendo su principal mercado Estados Unidos. En el país este fruto tiene un consumo per cápita de 12.7 kg, siendo los estados de Sinaloa, Guerrero y Nayarit los de mayor producción, en conjunto producen más del 50% del total nacional. En la Costa Chica del estado de Guerrero los municipios con mayor producción son Cuajinicuilapa, Marquelia y San Marcos, dentro de estos los cultivares de mayor producción son Ataulfo, Manila y Tommy Atkins [2].

Los frutos destinados para venta local, usualmente se cortan cuando alcanzan el color óptimo o cuando presentan manchas amarillas, mientras que los frutos destinados a exportación o viajes largos se cortan en madurez fisiológica, cuando el fruto pasa de un verde brillante a un verde opaco, de igual manera en este estado el fruto presenta altos contenidos de almidón y ácidos orgánicos, es durante el proceso de maduración que éstos se degradan hasta producir azúcares y compuestos de varios [3] [4].

La maduración es un proceso irreversible que ocurre

en todos los frutales, este proceso involucra cambios físicos y químicos que finalizan con un producto de sabor, apariencia, aroma y firmeza irresistibles para el consumidor [5]. Los cambios químicos y físicos más importantes durante la maduración de frutos son la degradación de almidón a azúcares simples, pérdida de firmeza, cambios de color de la cascara y pulpa y pérdida de peso, estos cambios son vitales para obtener un fruto con características deseadas para el consumidor [6] [7] en estos frutos la pérdida de firmeza se asocia con la actividad de la enzima poligalacturonasa, celulasa y  $\beta$ -galactosidasa las cuales actúan en las pectinas y la pared celular reduciendo con ello la firmeza del fruto [6], por otra lado durante el proceso de maduración los ácidos disminuyen y la cantidad de azúcares aumente, debido principalmente a la hidrólisis de almidón, por amilasas propias del fruto, y consiguiente liberación de azúcares simples [7].

Por todo esto el objetivo de este estudio es conocer la calidad durante maduración de frutos de mango de los cultivares Manila y Ataulfo en condiciones de venta en mercado local.

### 2. Parte experimental

#### Material vegetal

Se recolectaron 30 frutos de mango de las variedades Ataulfo y Manila, en huertas del municipio de San Marcos en la Costa Chica de Guerrero, los frutos se

desinfectaron con una solución de cloro al 1% y se dejaron en maduración durante 8 días simulando condiciones locales de venta, es decir temperaturas de entre 27-30 °C.

#### Parámetros químicos

Se utilizó una muestra estándar 5:1 agua-pulpa de mango para el análisis químico del fruto, se midió el pH con ayuda de un potenciómetro SM-25CW SCIENCE MED; los Sólidos Solubles Totales (SST) se midieron utilizando un refractómetro manual con apreciación 0 – 36 % Sper Scientific, mientras que la Acidez Titulable (AT) se determinó por titulación con NaOH 1N y se reportó como ácido cítrico utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{Acidez Titulable} = \frac{(\text{ml gastados de NaOH})(\text{normalidad del NaOH})(0.064)}{\text{ml de jugo utilizado}} \times 100$$

#### Parámetros físicos

Se determinó la fuerza de corte necesaria para la ruptura utilizando un penetrómetro manual SF-50 Sorand empleando una punta cónica; mientras que el color se determinó con ayuda de un colorímetro triestímulo CS-10 a MeterTo, realizando tres disparos en la superficie de la cascara y pulpa, de igual manera se determinó el cambio de color ( $\Delta E$ ) durante los días de almacenamiento, utilizando la siguiente ecuación (Dolz-Zaera, 2008):

$$\Delta E = \sqrt{[(L_d - L_f)^2 + (a_d - a_f)^2 + (b_d - b_f)^2]}$$

Donde:

$\Delta E$  = Diferencia total de color en la muestra deshidratada.

f = Muestra en fresco

d = Muestra deshidratada.

Se cuantifico el porcentaje de pérdida de peso, mediante pesajes cada dos días y los resultados se calcularon con la siguiente ecuación:

$$\%PP = \frac{M - M_s}{M} \times 100$$

Donde:

M = Peso en inicial

M<sub>s</sub> = Peso al día

%PP = Pérdida de Peso

### 3. Resultados y discusión

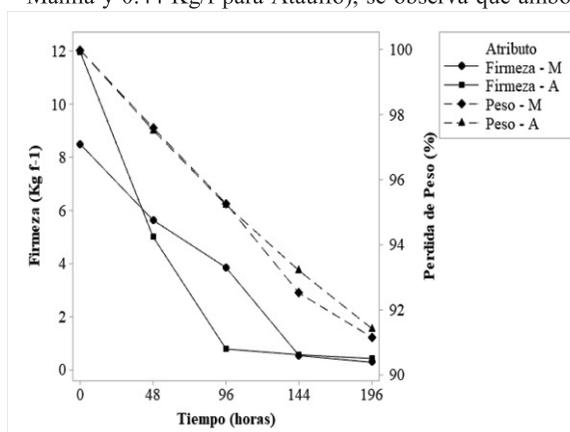
La tabla 1 muestra el comportamiento químico durante la maduración de frutos de mango de las variedades Manila y Ataulfo, de manera general se observa que existe un aumento del contenido de SST y pH y una disminución en el contenido de AT, de igual manera se observa que la relación SST/AT aumenta a medida que pasan los días. Se observa que la variedad Ataulfo mostro un incremento de 75.25 % de su contenido de SST inicial y una disminución del 78.35 % de AT, mientras que la variedad Manila presentó un incremento de 73.33% en SST y una disminución de AT en 83.97%,

siendo más estable que la variedad Ataulfo, de igual manera esto se ve reflejado en la Relación SST/AT y el pH este último presentó el valor más alto a los 8 días en ambos frutos, sin embargo, la variedad Manila mostró el valor más alto (4.15). En cuanto a la relación SST/AT más alta, autores como [5] mencionan que la relación SST/AT se considera un criterio de buen sabor y aceptación por parte del consumidor, siendo así que valores más altos el sabor es más aceptable.

Kishore *et al.* y Muy-Rangel *et al.* mencionan que durante la maduración de frutos el complejo enzimático juega un papel importante degradando pectinas, almidón y ácidos orgánicos, en compuestos más simples como azúcares, los cuales promueven la maduración del fruto al estimular la respiración de este [3, 6], así como Gill menciona que los cambios en el contenido de AT son gracias a la estimulación de la fruta [4]

Gill *et al.* reportaron en mangos cv. Dashehari comportamientos similares para SST, AT y Firmeza encontrando una disminución de estas últimas y un aumento de las primeras [4]; por otra parte, Villamizar-Vargas reportó en mangos de la variedad Tommy Atkins comportamientos similares, con disminuciones más marcadas a las 96 horas de almacenamiento [8]. Por otra parte, Baloch *et al.* mencionan que la temperatura es un factor importante en el aumento y contenido de SST, siendo así que a temperaturas mayores de 35 °C los valores de SST son considerablemente mayores en comparación con frutos almacenados a menor temperatura [9].

La grafica 1 muestra la perdida de firmeza y peso durante la maduración de frutos de mango de los cultivares Manila y Ataulfo del municipio de San Marcos Guerrero, se observa que los frutos de Ataulfo presentaron el valor más alto de Firmeza inicial (12.00 Kg/f), mientras que los frutos de Manila presentaron una Firmeza baja con respecto a la variedad Ataulfo (8.52 Kg/f), sin embargo la variedad Manila presentó una perdida menor a las 96 horas perdiendo un 54.61 % de firmeza, mientras que la variedad Ataulfo a ese tiempo perdió un 93.32 %, igualando la firmeza de ambos frutos. Al final del tiempo de almacenamiento los frutos presentaron valores similares de firmeza (0.30 Kg/f para Manila y 0.44 Kg/f para Ataulfo), se observa que ambos



Gráfica 1. Firmeza y Pérdida de Peso durante maduración de frutos de mango cv. Ataulfo y Manila de San Marcos, Gro.

frutos perdieron alrededor del 96 % de firmeza, bajando la calidad entre las 96 y 144 horas de almacenamiento. Por otra parte, el Porcentaje de Pérdida de Peso presentó valores similares, siendo así que ambas variedades perdieron alrededor del 91% de peso a las 196 horas de almacenamiento.

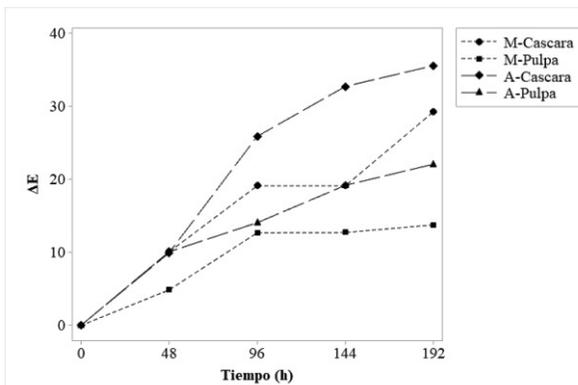
Quintero mencionan que una vez iniciada la maquinaria para hidrolizar las pectinas y almidones a azúcares simples aumentan la tasa de respiración de la fruta y con ello la pérdida de peso por transpiración durante el proceso de respiración [7]. Este fenómeno se observa con mayor nitidez entre las 96 y 144 horas donde el fruto pierde mayor Peso con respecto al Peso inicial.

**Tabla 2.** Cambios de color durante maduración de frutos de mango cv. Manila y Ataulfo de San Marcos, Gro.

Tiempo (h)	Cascara			Pulpa		
	L	a	b	L	a	b
Manila						
0	47.22*	-	32.92	60.40	-2.14	49.05
48	56.21	-	36.74	59.23	-2.16	44.33
96	61.74	-2.67	39.34	48.12	1.06	49.08
144	52.71	2.65	41.87	48.96	2.25	52.52
192	66.52	4.10	46.35	48.31	4.02	51.43
Ataulfo						
0	50.23	-	40.34	60.10	-1.61	49.65
48	42.94	-	34.12	51.79	-1.94	43.92
96	60.05	9.88	47.65	58.62	6.02	61.38
144	69.81	10.17	52.75	53.55	7.84	65.03
192	68.90	14.90	52.30	64.00	11.90	66.70

\* Medias de n=9.

La tabla 2 muestra los cambios durante la maduración de mango de las variedades Manila y Ataulfo, se observa que ambas variedades pasaron de un color verde a uno



**Grafica 2.** Cambios de color de Pulpa y Cascara durante maduración de frutos de mango cv. Ataulfo y Manila de San Marcos, Gro.

amarillo en cuanto a cascara y de un amarillo-blanco a un amarillo intenso en cuanto a pulpa. Los valores arrojan que, en cuanto a color final de pulpa, el cv. Ataulfo presentó un tono más amarillo en relación con el cv. Manila que presentó un tono más cercano a un amarillo opaco, de igual manera en la Figura 2 se muestran los

**Tabla 1** Comportamiento químico durante maduración de frutos de mango cv. Manila y Ataulfo provenientes de San Marcos, Gro., Mex.

Tiempo (h)	pH	SST (°Brix)	AT (ácido cítrico)	SST/AT
Manila				
0	3.05Ec*	6.40Cc	2.62ABa	2.46Ed
48	3.06Ec	12.04Bb	2.27BCa	5.34Ecd
96	3.80Bb	19.80Aa	1.22Db	18.55CDbc
144	3.89Bb	22.00Aa	0.96Dbc	23.09BCb
192	4.15Aa	24.00Aa	0.42Dc	58.33Aa
Ataulfo				
0	3.03Ec	6.02Cc	3.28Aa	1.84Ed
48	3.04Ec	6.16Cc	2.69ABa	2.37Ed
96	3.71BCa	12.00Bb	1.34CDb	10.34DEc
144	3.45Db	21.00Aa	0.77Dbc	23.09BCb
192	3.50CDab	24.33Aa	0.71Dbc	34.39Ba

\*Letras mayúsculas diferencias entre variedades, letras minúsculas diferencias entre tiempo en cada variedad, n=5 y p<0.05.

cambios de color durante la maduración de mangos, corroborando lo dicho anteriormente, al existir cambios notorios en el cv. Ataulfo con respecto al cv. Manila.

Autores como Baloch *et al.* mencionan que estos cambios se deben al aumento de carotenoides durante el proceso de maduración, mismos que corresponden con tonalidades Rojo-amarillas [9]. Karanjalker *et al.* y Villamizar-Vargas *et al.* reportaron un comportamiento similar en cultivares de mango de la India y Colombia respectivamente, los cuales pasaron de colores verde a amarillo y rojo en cascara y de blanco-amarillo a amarillo en pulpa, los mismos autores mencionan que

durante el proceso de maduración las clorofilas se degradan permitiendo el auge de otros pigmentos [8, 10].

#### 4. Conclusiones

Los frutos de mango de ambos cultivares perdieron firmeza a las 144 horas de almacenamiento, sin embargo, en ese mismo periodo de tiempo los SST aumentaron y la AT disminuyó a valores aceptables por el consumidor. El cultivar de Ataulfo presentó mejor aspecto, pero reducido contenido de azúcares; en cuanto al cultivar de Manila con alto contenido de azúcares, pero peor aspecto, sin embargo, ambas variedades presentaron características que permiten obtener frutos de calidad aceptable por los consumidores. Con estas condiciones de almacenamiento, este estudio permite dar un parteaguas en el manejo poscosecha de frutos a nivel de mercado local.

#### 5. Referencias

- [1] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL> (accesado el 20 de Marzo 2022).
- [2] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (accesado el 20 de Marzo 2022).
- [3] Kishore, K.; Pathak, K. A.; Shukla, R.; Bharali, R. J. *Food Sci. Technol.* 2011, 48, 484-488.
- [4] Gill, P. P. S.; Jawandha, S. K.; Kaur, N.; Singh, N. J. *Food Sci.* 2017, 54, 1964-1970.
- [5] Kaur, S. *J. Appl. Nat. Sci.* 2017, 9, 85-93.
- [6] Muy-Rangel, D.; Espinoza-Valenzuela, B.; Siller-Cepeda, J.; Sañudo-Barajas, J. A.; Valdez-Torres, B.; Osuna-Enciso, T. *Rev. Fitotec. Mex.* 2009, 32, 53-60.
- [7] Quintero, V.; Giraldo, G.; Lucas, J.; Vasco, J. *Biotech. Sec. Agropec. y Agroind.* 2013, 11, 10-18.
- [8] Villamizar-Vargas, R.; Quiceno-Gómez, C.; Giraldo-Giraldo, G. (2019). *Rev. UDCA.* 2019, 22, 1-5.
- [9] Baloch, M. K.; Bibi, F. S. *Afr. J. Bot.* 2012, 83, 109-116.
- [10] Karanjalkar, G. R.; Ravishankar, K. V.; Shivashankara, K. S.; Dinesh, M. R.; Roy, T. K.; Sudhakar Rao, D. V. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 2018, 184, 140-154.
- [11] Nambi, V. E.; Thangavel, K.; Shahir, S.; Chandrasekar, V. *Int. J. Food Prop.* 2016, 19, 2147-2155.