

Efecto de la temperatura de almacenamiento en las características sensorial y fisicoquímicas de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent.

Soria-Lara D. M., Miranda-López R.*, Jiménez-García S.N., García Cisneros M. S. E.

Tecnológico Nacional de México en Celaya, Departamento de Ingeniería Bioquímica, Laboratorio de Análisis Sensorial, Antonio García Cubas Pte. No. 600 esq. Av. Tecnológico, Colonia Residencial Tecnológico, C.P. 38010, Celaya, Guanajuato, México.

* rita.miranda@itcelaya.edu.mx

RESUMEN:

El mango esta entre los primeros cinco frutos de mayor importancia económica para el mundo. México es uno de los principales productores y exportadores, pues produce alrededor de 50 variedades de las 500 existentes, en donde destacan el mango variedad Kent. El objetivo del presente trabajo fue estudiar los cambios sensoriales y fisicoquímicos que experimentan la variedades de mango Kent en el proceso de maduración a diferentes temperaturas de almacenamiento 22.5 y 10 °C por 22 y 50 días, respectivamente. Los atributos evaluados fueron apariencia, aroma, sabor, textura y resabio. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente por correlaciones de Pearson ($\alpha = 0.05$). Los resultados reflejaron que el almacenado a 22.5 °C obtuvo mejores características sensoriales, y que a partir del día 16 de almacenamiento se alcanzó el grado de maduración óptimo para su consumo en fresco; mientras tanto para el mango almacenado a 10 °C se retrasó el proceso de maduración ya que los parámetros evaluados no proyectaron cambios a lo largo del almacenamiento. El análisis fisicoquímico corroboró dichos cambios reflejando un aumento de °Brix y valores de pH a lo largo del almacenamiento así como la disminución del porcentaje de ácidos presentes en la pulpa..

ABSTRACT:

Mango is among the first five fruits of greatest economic importance on the world. Mexico is one of the main producers and exporters, since it produces around 50 varieties of the 500 existing ones, where Kent variety mango stand out. The objective of the present work was to study the sensory and physicochemical changes in Kent mango variety, which undergo into the ripening process at different storage temperatures, of 22.5 and 10 ° C for 22 and 50 days, respectively. The attributes evaluated were appearance, aroma, flavor, texture and aftertaste. The data obtained were analyzed statistically by Pearson correlations ($\alpha = 0.05$). The results showed that the stored at 22.5 °C obtained better sensory characteristics, at the 16th day of storage the optimum degree of ripeness for its fresh consumption was reached. Meanwhile at the handle stored of 10 °C the maturation process was delayed since the parameters evaluated did not project changes throughout the storage time. The physicochemical analysis corroborated these changes reflecting an increase in ° Brix and pH values throughout the storage as well as the decrease in the percentage of acids present in the pulp..

Palabras clave:

Kent, *Mangifera indica* L. Almacenamiento, análisis sensorial, análisis fisicoquímico.

Key words:

Kent, *Mangifera indica* L., sensory analysis, physicochemical analysis, shelf life

Área: Evaluación sensorial

INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) pertenece a la familia Anacardiaceae, que incluye alrededor de 600 miembros. Es una fruta popular y conocida como “el rey de las frutas”. Se cree que es una de las frutas más antiguas cultivadas; su origen es encontrado en la región Indo-Birmaná y Sur-Este de Asia, Isla de Borneo y Sumatra, encontrándose en forma silvestre en toda la región tropical de Asia (Singh, 1990).

Producción del mango en México

El mango fue introducido a México por los españoles a comienzos del siglo XIX (Yadav & Singh, 2017). El mango es el cuarto producto frutícola más importante (producido) en México después de la naranja, el plátano y el limón,

con una superficie de más de 183 mil hectáreas, una producción de más de 16,000,000 toneladas. México se sitúa entre los principales países a nivel mundial en exportación del mismo. Las principales variedades que México produce son: Kent, Keitt, Tommy Atkins, Haden, Ataúlfo, Manila, entre otros (SIAP-SAGARPA, 2017). Los principales productores son: Chiapas, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Colima, Jalisco, Campeche y Veracruz (Montaño López, Morales Ramos, & Pacheco Ladrón de Guevara, 2012). De los que destacan Sinaloa, Nayarit y Guerrero como los estados de mayor producción de mango en el país (SIAP-SAGARPA, 2014).

Mango Kent

La variedad de mango Kent se originó en Florida en septiembre del año 1932, resultado de un cruce entre variedades “Brooks” y “Haden” (Yadav & Singh, 2017). En México es la 3ra variedad de mango que más demanda tiene, tanto para consumo interno como para exportación y por consiguiente una de las variedades que más se cultiva en tierras mexicanas principalmente en Sinaloa y Nayarit (SIAP-SAGARPA, 2017).

Es una variedad de mango de maduración tardía, es cultivado entre los meses de mayo-julio, su sabor es considerado por muchos como el mejor, tiene forma oval con la base redondeada, donde se inserta el pedúnculo en forma oblicua. Su ápice es de color verde-amarillo, la base con tonalidades rojo oscuro con numerosas lenticelas amarillas. El peso del fruto oscila entre 600 y 750 g, presenta pulpa de color anaranjado, medianamente aromática, pequeñas fibras y moderada dulzura. Es una variedad de mango monoembrionica (Lobo & Sidhu, 2017).

Maduración

La maduración del mango se inicia luego de finalizado el crecimiento y termina al comienzo de la senescencia (Lakshminarayana, 1975). Una maduración adecuada al momento de recolección es indispensable ya sea para la venta del fruto fresco o para su procesamiento. El mango si se recolecta demasiado verde se produce una maduración anormal y arrugamiento del epicarpio; con un sabor, color y aroma pobres. Si se cosecha sobre madurado tampoco es bueno ya que no se puede almacenar satisfactoriamente y se puede desarrollar una pulpa muy suave alrededor del hueso. La mayoría de los cultivares de mango se fijan en el cambio de tono de la cáscara para recolectarlos, el cual va de verde claro a verde olivo (Chávez *et al.*, 2001).

Debido a que el mango es una fruta climatérica, inmediatamente después de cosecharse, el fruto se empaca rápidamente; puesto que dura aproximadamente 16 semanas. El pico del climaterio se presenta alrededor de la cuarta semana (Yahia, 2011).

Madurez fisiológica

La madurez fisiológica ocurre cuando el fruto se puede desprender o cortar fácilmente del árbol, y después de algunos días consumirse con todos sus atributos de calidad. Existen diferentes índices prácticos de madurez fisiológica, siendo los más comunes de acuerdo con su precocidad (Sivakumar, Jiang, & Yahia, 2011).

- a) Cambios en la tonalidad del color alrededor de la semilla, observándose ligeras tonalidades amarillentas. Estas se presentan generalmente a los 70-80 días después de iniciarse el “cuajado”, que es el proceso que marca la transición del ovario de la flor a fruto, y depende del clima y cultivar.
- b) Abultamiento o llenado de la parte apical del fruto (zona del pico) lo cual se observa aproximadamente a los 80-85 días posterior del “cuajado”.
- c) Coloración ligera de la parte apical o costados del fruto, la cual es el índice más tardío que se presenta generalmente después de los 85 días de iniciada la fijación o cuajado del fruto.
- d) Incremento de los azúcares a expensas del almidón. 5) Desarrollo de los “hombros” o parte basal del fruto.
- e) Existen otros parámetros, cuyo conocimiento permite determinar la madurez fisiológica del fruto, pudiéndose adelantar mediante ellos, la cosecha.

Madurez de consumo

Se refiere a la condición óptima del fruto para ser consumido, es decir, el momento o periodo cuando los atributos de calidad están en su máxima expresión (color, firmeza, sabor, etc.). Los mangos cosechados según el índice de maduración fisiológica más precoz (amarillento cercano a la semilla) y almacenados bajo condiciones ambientales, suelen alcanzar su madurez de consumo a los 10-12 días (Ornelas-Paz *et al.*, 2008).

Factores ambientales que afectan la maduración

Temperatura. El control de la temperatura es el factor más importante en el manejo de la maduración de los mangos, mantener la fruta a temperaturas de 20 a 22 °C proporciona el mejor aspecto, palatabilidad y el control del decaimiento de la maduración, lo que hace que este rango de temperatura sea el óptimo para la maduración del mango durante su almacenamiento. Se puede almacenar el mango a temperaturas entre 10-12.2 °C si se desea mantener el estado de maduración en el que se encuentra, ya sea para mangos maduros, semi maduros o verdes, se puede detener el proceso de maduración sin afectar las características del fruto siempre y cuando el periodo de almacenamiento a estas temperaturas no exceda las 3 semanas, después de este tiempo pueden presentarse características no deseadas como sabor ácido, deshidratación del epicarpio y daños por frío. Si el fruto es almacenado a temperaturas menores de 10 °C se presentan de igual manera dichas características no deseadas. Si se desea acelerar el proceso de maduración del fruto puede ser almacenado a temperaturas de entre 22 a 26 °C por un periodo máximo de 4 días, ya que puede presentarse piel moteada, sabor deteriorado y senescencia o muerte temprana del fruto, si se excede de dicho periodo (Lakshminarayana, 1975).

Humedad relativa. Es necesario mantenerla alrededor de 75-80 %, ya que a mayores porcentajes reduce pérdida de peso por disminuir la diferencia de presión de vapor y por lo tanto la transpiración, y la descomposición ocasionada por microorganismos, por lo que se cree que a porcentajes menores de este rango se presenta la marchitez y deshidratación del fruto (Brecht & Yahia, 2017).

Luz. La presencia o ausencia de luz durante el almacenamiento del mango da lugar a reacciones fotoquímicas donde son desarrollados los pigmentos responsables de la coloración del epicarpio del mango; también dependerá de la intensidad de luz, la uniformidad de color que presente la fruta (Mejía-Giraldo *et al.*, 2007).

Composición atmosférica. La tasa de respiración del mango varía con la temperatura principalmente, pero puede verse notablemente afectada por la composición atmosférica del lugar donde son almacenados, la tasa de respiración del fruto va de 12 a 22 mL CO₂/kg·h a temperaturas de 10-13 °C, y de 19 hasta 80 CO₂/kg·h a temperaturas de

15-20 °C (Raza *et al.*, 2013). Niveles superiores al 21 % de oxígeno incrementan la respiración y por ende la maduración y deterioración del fruto; los niveles de oxígeno en la atmósfera deben mantenerse alrededor del 5 % valor crítico para mango. El dióxido de carbono (CO₂), cuando se encuentra en forma general entre 5-10 % en la atmósfera tiende a reducir la respiración, sin embargo, estos niveles actúan según la temperatura, madurez del fruto y contenido de oxígeno (Agudelo Cuartas *et al.*, 2016).

5 Análisis sensorial

Según la División de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnólogos de Alimentos (1975). El análisis sensorial es la rama de la ciencia utilizada para obtener, medir, analizar e interpretar las reacciones a determinadas características de los alimentos y materiales, tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. Etimológicamente la palabra sensorial proviene del latín “sensus” que quiere decir “sentido” (Moya & Angulo, 2001).

La valoración sensorial es una función que las personas realizan desde la infancia y que la llevan, consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo a sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos (Sabato *et al.*, 2009).

El papel de la evaluación sensorial se torna de gran importancia en prácticamente en todas las etapas de producción y desarrollo de la industria alimentaria, para conocer tanto las características como a la aceptabilidad de un producto (Moya & Angulo, 2001).

Pruebas descriptivas. En las pruebas descriptivas no interesan las diferencias entre las muestras sino la naturaleza de dicho cambio. Se emplea cuando las diferencias son netamente perceptibles. Se evalúan varios datos sensoriales

también llamada determinación de perfil sensorial o más comúnmente análisis descriptivo. Esta es una herramienta más sofisticada que permite describir diferentes percepciones sensoriales con una serie de términos (cualitativa) y darle una magnitud mediante una escala (cuantitativa) (O'Mahony, 2017).

Análisis fisicoquímico

El análisis fisicoquímico implica la caracterización de los alimentos desde el punto de vista físico-químico, haciendo énfasis en la determinación de su composición química, es decir, cuales sustancias están presentes en el alimento (Lakshminarayana, 1975). Dentro de las determinaciones más importantes para la evaluación de la pulpa de frutas se toman en cuenta principalmente las siguientes:

pH. El pH, abreviatura de potencial hidrógeno, es un parámetro muy usado en química para medir el grado de acidez o alcalinidad de las sustancias. Matemáticamente el pH es el logaritmo negativo de la concentración molar de los iones hidrógeno o protones (H^+) o iones hidronio (H_3O^+) (Horwitz, 1975).

Acidez titulable. La acidez libre o acidez titulable representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se miden neutralizando al analito con una base fuerte, el pH aumenta durante la neutralización y la acidez titulable se calcula a partir de la cantidad de base necesaria para alcanzar el pH del punto final de la prueba; en la práctica se toma como punto final $pH = 8.5$. Bajo estas condiciones, los ácidos orgánicos y una parte de ácido fosfórico y fenoles están involucrados en el resultado final. Para reportar la acidez, se considera el ácido orgánico más abundante, por lo que el resultado se expresa en términos de la cantidad del ácido dominante (Horwitz, 1975).

Sólidos solubles. El índice de refracción de una sustancia dada (sólidos solubles), es la razón de la velocidad de un rayo de luz a través de la sustancia (Lozada, 1996). Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en el analito (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & Corporación Colombia Internacional, 2005).

Este índice puede ser expresado de diversas maneras, una de las más comunes es expresarlo en grados Brix ($^{\circ}Brix$). Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en una sustancia expresados en porcentaje de sacarosa (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & Corporación Colombia Internacional, 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Mango variedad Kent

Las muestras de mango presentaban una madurez fisiológica de grado uno (epicarpio totalmente verde oscuro y textura firme al tacto) (fig. 1), fueron adquiridas a principios del mes de septiembre del 2015, en la Central de Abastos del municipio de Irapuato, Guanajuato. Es importante resaltar que las muestras tenían como lugar de procedencia el estado de Nayarit. Una vez adquiridos se lavaron con jabón y una solución de agua con hipoclorito de sodio a una concentración de 1mL de $NaClO/L$ de H_2O , con el fin de desinfectar el fruto y eliminar cualquier tipo de suciedad en la superficie.

Los mangos se almacenaron a dos condiciones diferentes. La primera a $10^{\circ}C$ con y 60 %HR, días de evaluación fueron 0, 16, 29, 36, 45 y 50. La segunda a $22.5^{\circ}C$ y 67 % de humedad relativa (HR), los días de evaluación fueron 0, 1, 4, 10, 16 y 22. En cada evaluación se analizaron dos piezas de fruta cuidando que fueran similares en apariencia y peso. Posteriormente se procedió a separarlo en cáscara, pulpa y hueso.



Figura 1. Apariencia del mango variedad Kent al momento de la adquisición.

Evaluación sensorial

Se entrenaron 14 alumnos del Instituto Tecnológico de Celaya como panelistas en los sabores básicos (dulce, salado, ácido, amargo y umami). Estos tuvieron como criterios de exclusión: inadecuados hábitos alimenticios, consumo de bebidas alcohólicas, consumo excesivo de café, así como hábito tabáquico durante el tiempo de entrenamiento y evaluación sensorial del fruto.

Para la evaluación del mango, se colocó las muestras en las cabinas individuales iluminadas con focos rojos para enmascarar el color de la pulpa y no dar lugar a predisposición por parte de los panelistas. El cuestionario para la evaluación incluyó los siguientes atributos en una escala de 10 puntos: aroma, sabor, textura por tacto y por boca, y resabio. Para el caso del color las muestras fueron categorizadas con base en una escala elaborada por el juez de panel, en función de los cambios observados en análisis preliminares (fig. 2).



Figura 2. Escala de color elaborada por el juez de panel

Análisis fisicoquímicos

Las determinaciones se efectuaron siguiendo la metodología de la AOAC (AOAC, 1982) para pH, °Brix y acidez titulable calculada en función de ácido málico (AT M) y en ácido cítrico (AT C). Además se determinó el contenido de sólidos solubles por peso seco (SSPSC) según la NMX-F-527- 1992. El índice de madurez es el cociente de sólidos solubles totales entre el porcentaje de ácido, IMM se calculó para ácido málico e IMC fue para ácido cítrico.

Análisis estadístico

Los datos recolectados se sometieron a un análisis de varianza, con la hipótesis de $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$ contra $H_a =$ por lo menos una es diferente. En los casos donde se rechazó la hipótesis nula en favor de la alternada se procedió a hacer correlaciones de Pearson. En ambas ocasiones el nivel de significancia fue de $\alpha = 0.05$. El programa estadístico empleado fue IBM SPSS versión 22.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las figuras 3 y 4, se muestra el peso (%) de las partes del fruto de mango. Es importante resaltar ambas temperaturas de almacenamiento (10°C y 22.5°C) presentaron la misma tendencia en los porcentajes de cáscara y hueso a lo largo del tiempo de almacenamiento. Estos resultados fueron semejantes a la proporción de pulpa (80%) reportado para una variedad Africana de mango (*Irvingia gabonensis*) (Onimawo *et al.*, 2003).

Días de almacenamiento	0	1	4	10	16	22
% Hueso	9	10	11	10	16	18
% Cáscara	17	20	16	17	20	22
% Pulpa	74	70	73	73	64	70

Figura 3. Peso (%) de las partes del fruto durante almacenamiento a 10°C.

Días de almacenamiento	0	16	29	36	43	50
% Hueso	9	11	11	11	11	10
% Cáscara	17	19	19	19	20	22
% Pulpa	74	70	70	70	69	68

Figura 4. Peso (%) de las partes del fruto durante almacenamiento a 22.5°C.

Además, se puede observar que la pulpa, en el caso del mango almacenado a 10°C, fue la parte del fruto que presentó mayor cantidad de cambios fisicoquímicos (pH, AT, °Brix y SSPSC) en comparación con la cáscara y el hueso o semilla del mango (tabla 1). También se observó que únicamente el IM y la cantidad de humedad en la cáscara y la pulpa, se correlacionan positivamente con el tiempo de almacenamiento. Debido a eso, se sugiere que la maduración del fruto ocurre de manera independiente en cada sub-producto del fruto.

Tabla 1. Correlación entre partes del fruto (%) y composición fisicoquímico del mango.

TEMPERATURA	VARIABLE	pH	AT M	AT C	°Brix	SSPSC	SI	Humedad	IMM	IMC
10°C	Tiempo de Almacén (días)	0.181	-0.19	-0.110	0.731***	-0.690***	0.367	-0.616**	0.775***	0.780**
	Cáscara (% de peso)	0.414	0.024	-0.071	0.879***	-0.584**	0.251	-0.222	0.914***	0.860***
	Pulpa (% de peso)	0.552**	0.537*	0.441	0.818***	-0.788***	0.051	-0.445	0.625**	0.628**
	Hueso (% de peso)	0.427	0.694**	0.621**	0.490*	-0.605**	-0.009	-0.501*	0.214	0.246
22.5°C	Tiempo de Almacén (días)	0.969***	-0.965***	-0.963***	0.753***	-0.693**	0.560**	-0.527*	0.977***	0.977***
	Cáscara (% de peso)	0.633**	-0.536*	-0.528*	0.171	-0.153	0.346	-0.345	0.697**	0.695**
	Pulpa (% de peso)	-0.496	0.478	0.470	-0.459	0.481*	0.021	-0.065	-0.412	-0.409
	Hueso (% de peso)	0.827***	-0.806**	-0.800***	0.586**	-0.461	0.259	-0.230	0.879***	0.894***

AT M: acidez titulable en % de ácido málico; AT C: acidez titulable en % de ácido cítrico; SSPSC: sólidos solubles por peso seco; SI: sólidos insolubles; IMM: índice de madurez considerando AT M; IMC: índice de madurez considerando AT C. Correlación de Pearson ($\alpha=0.05$); p: * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** < 0.002 .

A diferencia de lo que se esperaba durante el almacenamiento de 22.5°C, el porcentaje de pulpa no se correlacionó con los parámetros fisicoquímicos. Debido a esto, teorizamos que los cambios fisicoquímicos de las diferentes partes del fruto del mango, se ven influenciadas mayoritariamente por otra variable que no corresponde a la temperatura de almacén, como lo puede ser el porcentaje de humedad relativa del ambiente (% HR). Estos resultados concuerdan con lo propuesto por Ibarra-Garza *et al.*, (2015) para la variedad Keiit. (Ibarra-garza, Ramos-parra, Hernández-brenes, & Jacobo-velázquez, 2015)

Como se observa en la tabla 2, la producción de compuestos volátiles es un fenómeno constitutivo en el mango, que puede intensificarse dependiendo de la temperatura de almacenamiento a la cual se someta el fruto. La más alta correlación fue entre los descriptores de aroma a temperaturas de 22.5°C en comparación con la que se presentó a 10°C.

Tabla 2. Correlación entre condiciones de almacenamiento y los descriptores de aroma del mango.

TEMPERATURA	VARIABLE	Aroma						
		Intensidad Global	Frutal	Pulpa Afrutada	Mango Natural	Pulpa de Mango	Mango Manila	Dulce
10°C	Tiempo de Almacén (días)	0.548**	0.934***	N.D.	0.930***	0.856***	0.590**	N.D.
22.5°C	Tiempo de Almacén (días)	0.946***	0.890**	0.908***	0.854***	0.888***	0.959***	0.918***

N.D.= No determinada. Correlación de Pearson ($\alpha=0.05$), valores de p: * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** < 0.002

El sabor a ácido asociado al pH en las muestras se correlacionó negativamente con ambas temperaturas de almacenamiento, por lo que se sugiere que el aumento en el dulzor del fruto del mango fue en sí mismo debido a la maduración y no depende de la temperatura de almacenamiento (tabla 3). Es importante denotar que si se observa una mayor correlación con la presencia de notas dulces en los mangos que se almacenaron a mayor temperatura. Estos resultados indican que el proceso catalítico del almidón que se presenta durante el almacenamiento no es el

principal responsable de la astringencia en las muestras analizadas, considerando que la producción de metabolitos secundarios, como son los taninos, puede ser la causa responsable de la acidez presente en el fruto. Estos resultados concuerdan con otros autores, donde establecen de manera semejante que el tiempo de almacenamiento posterior a la cosecha es el principal factor que influye en el grado de maduración y sabor (Baloch & Bibi, 2012).

Tabla 3. Correlación entre condiciones de almacenamiento y los descriptores de sabor del mango.

TEMPERATURA	VARIABLE	Sabor							
		Dulce	Acido	Mango Natural	Pulpa de Mango	Mango Paraiso	Caramelizado	caramelo	Piloncillo
10°C	Tiempo de Almacén (días)	0.812***	-0.781***	0.413	0.436	-0.552**	N.D.	N.D.	N.D.
22.5°C	Tiempo de Almacén (días)	0.828***	-0.876***	0.573**	0.747***	-0.740***	-0.798***	0.838***	0.792***

N.D.= No determinada. Correlación de Pearson ($\alpha=0.05$), valores de p: * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** < 0.002 .

En el caso de la textura se observa una correlación positiva con descriptores deseados para la textura de superficie en la pulpa del mango (graso y pegajoso), a diferencia de lo que ocurre a los 10°C, estos resultados concuerdan con los cambios fisicoquímicos que ocurren, es decir con el aumento de los °Brix (azúcares). Además el análisis arrojó que la rugosidad del fruto disminuyó a 22.5°C, sugiriendo que a mayor temperatura se presentó un menor estrés hídrico en el fruto, contrario a lo que se esperaría por tratarse de una temperatura elevada. Así mismo, los resultados sugieren un mayor contenido de azúcares en la muestra almacenada a 22.5°C, y por ende un menor contenido de fibra el cual fue medido de manera indirecta por la textura de manipulación (tabla 4). Estos resultados concuerdan con lo publicado en la literatura (Medlicott, Sigrist, & Sy, 1990).

Tabla 4. Correlación entre condiciones de almacenamiento y los descriptores de textura del mango.

TEMPERATURA	VARIABLE	Textura de Superficie			Textura de Primera Compresión				Textura de Manipulación			
		Graso	Pegajoso	Rugoso	Resbala	Densidad	Cohesividad	Adhesividad	Pegajoso	Cantidad de Partícula	Tamaño de Partícula	Absorción de Agua
10°C	Tiempo de Almacén (días)	0.024	-0.306	0.102	0.332	-0.198	0.466	-0.659**	-0.776***	0.115	0.229	-0.903***
22.5°C	Tiempo de Almacén (días)	0.619**	0.794***	-0.766***	0.754***	-0.917***	0.648**	-0.554*	-0.007	-0.850***	-0.850***	-0.856***

N.D.= No determinada. Correlación de Pearson ($\alpha=0.05$), valores de p: * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** < 0.002 .

La temperatura de almacenamiento de 22.5°C correlaciona positivamente con todos los descriptores de resabio (tabla 5), lo que fortalece el hecho de que a mayor temperatura es mayor la cantidad de metabolitos asociados al sabor del fruto. También se observa que el sabor ácido se correlaciona negativamente con el tiempo de almacenamiento, es decir que a mayor tiempo de almacenamiento el fruto adquiere su madurez de consumo como era de esperarse, a diferencia de lo que ocurre cuando se almacena a temperatura de 10°C, en donde se observó que los descriptores eran inconsistentes entre los panelistas.

Tabla 5. Correlación entre condiciones de almacenamiento y los descriptores de resabio.

TEMPERATURA	VARIABLE	Resabio					
		Intensidad Global	Dulce	Acido	Mango Natural	Pulpa de Mango	Mango Paraíso
10°C	Tiempo de Almacén (días)	-0.442	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
22.5°C	Tiempo de Almacén (días)	-0.110	0.818	-0.813***	0.487*	0.762***	-0.621**

N.D.= No determinada. Correlación de Pearson ($\alpha=0.05$), valores de p: * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** < 0.002

Los resultados obtenidos son consistentes con lo reportado por Medlicott *et al.*, (1990), el cual concluyó que la capacidad de almacenamiento de la fruta de mango depende de la madurez de la cosecha, el tiempo de cosecha dentro de la temporada y el almacenamiento temperatura. (Medlicott et al., 1990)

Tabla 6. Correlación entre condiciones de almacenamiento y el color.

TEMPERATURA	VARIABLE	Color
10°C	Tiempo de Almacén (días)	-0.002
22.5°C	Tiempo de Almacén (días)	0.952***

Como se observa en la tabla 6, existe una correlación positiva entre el color del fruto a lo largo del tiempo de almacenamiento y la temperatura de 22.5°C, a diferencia de lo que se observó en las muestras almacenadas a 10°C. Por lo que el color del fruto depende de varias reacciones de respiración que solo se presentan a temperaturas de 22.5°C, hecho similar que se presenta con los compuestos volátiles que le confieren aroma al mango (Ornelas-Paz *et al.*, 2008).

CONCLUSIÓN

Las condiciones de almacenamiento para el mango Kent a 22.5 °C y humedad relativa de 67 % permitieron que la maduración se llevara de manera óptima, haciéndose presentes los atributos sensoriales más agradables para el consumidor a partir del día 16 de almacenamiento.

El almacenamiento a 10 °C y 60 % de humedad relativa, retrasó el proceso de maduración por 50 días sin presentar ningún tipo de daño por frio y deteniendo de igual manera el desarrollo de los atributos sensoriales.

Las características sensoriales que más se desarrollan en el mango Kent a partir del día 16 de almacenamiento a 22.5 °C son el aumento de dulzor y disminución de acidez en su sabor, la percepción del sabor característico del fruto, la intensificación del aroma, y la pérdida de firmeza de la pulpa así como el cambio de color de su pulpa de tonos amarillos claros a naranjas intensos, a medida que pasa el tiempo de almacenamiento también van desapareciendo los descriptores de sabor no deseados como lo son sabores a frutas acidas y sensación de astringencia, por lo que se concluye que el almacenamiento a esta temperatura fue ideal y favorable para que se llevara a cabo el proceso de maduración.

BIBLIOGRAFÍA

Agudelo Cuartas, C., Restrepo Florez, C. E., & Zapata Montoya, J. E. (2016). Respiration kinetic of mango (*Mangifera indica* L.) as function of storage temperature. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 69(2),

7985–7995.

- Baloch, M. K., & Bibi, F. (2012). Effect of harvesting and storage conditions on the post harvest quality and shelf life of mango (*Mangifera indica* L.) fruit. *South African Journal of Botany*, 83, 109–116.
- Brecht, J. K., & Yahia, E. M. (2017). Harvesting and Postharvest Technology of Mango. In *Handbook of Mango Fruit: Production, Postharvest Science, Processing Technology and Nutrition* (pp. 105–129).
- Chávez Contreras, X., Vega Piña, A., Tapia Vargas, L. M., & Miranda Salcedo, M. A. (2001). *Mango: su manejo y producción en el trópico seco de México*. (Inifap Produce, Ed.).
- Horwitz, W. (1975). *Official methods of analysis*. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Ibarra-garza, I. P., Ramos-parra, P. A., Hernández-brenes, C., & Jacobo-velázquez, D. A. (2015). Postharvest Biology and Technology Effects of postharvest ripening on the nutraceutical and physicochemical properties of mango (*Mangifera indica* L. cv Keitt). *Postharvest Biology and Technology*, 103, 45–54. <http://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.02.014>
- Lakshminarayana, S. (1975). Relation of time of harvest on respiration, chemical constituents and storage life of mangoes. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.*, 88, 477–481.
- Lobo, M. G., & Sidhu, J. S. (2017). Biology, Postharvest Physiology, and Biochemistry of Mango. In *Hand Book of Mango Fruit* (pp. 37–59).
- Lozada L. 1996. Determinación del índice de madurez y capacidad de conservación en 6 variedades de durazno. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Simón, Facultad de ciencias agrícolas pecuarias, forestales y veterinarias. Bolivia. pp. 32.
- Medlicott, A. P., Sigrist, J. M. M., & Sy, O. (1990). Ripening of Mangos Following Low-temperature Storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115(3), 430–434.
- Mejía Giraldo, L. F., Martínez Correa, H. A., Betancourt Gutiérrez, J. E., & Castrillón Castaño, C. E. (2007). Aprovechamiento del residuo agroindustrial del mango común (*Mangifera indica* L.) en la obtención de azúcares fermentables. *Ingeniería Y Ciencia*, 3(6).
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & Corporación Colombia Internacional. 2005. Manual del Exportador de Frutas, Hortalizas y Tubérculos en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. (Documento web). <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obpulpfru/p1.htm>. (Revisado 2015).
- Montaño López, G., Morales Ramos, V., & Pacheco Ladrón de Guevara, L. C. (2012). La producción y el valor del mango en México. *SIAP-SAGARPA*, 11–13.
- Moya, F., & Angulo, Y. (2001). *Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones*. Taylor & Francis.
- O'Mahony, M. (2017). *Sensory evaluation of food: statistical methods and procedures*. (Routledge, Ed.).
- Onimawo, I. A., Oteno, F., Orokpo, G., & Akubor, P. I. (2003). Physicochemical and nutrient evaluation of African bush mango (*Irvingia gabonensis*) seeds and pulp. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58, 1–6.
- Ornelas-Paz, J. de J., Yahia, E. M., & Gardea, A. A. (2008). Changes in external and internal color during postharvest ripening of “Manila” and “Ataulfo” mango fruit and relationship with carotenoid content determined by liquid chromatography–APCI+–time-of-flight mass spectrometry. *Postharvest Biology and Technology*, 50(2), 145–152.
- Raza, S. A., Khan, A. S., Malik, A. U., Amin, M., & Asad, H. U. (2013). Respiration Rate, Physico-Chemical Fruit Quality and Consumer Acceptability for Fajri Mango Under Different Storage Temperatures, 50(4), 585–590.
- Sabato, S. F. ã., Cruz, J. N., Rela, P. R., & Broisler, P. O. (2009). Study of influence on harvesting point in Brazilian Tommy Atkins mangoes submitted to gamma radiation. *Radiation Physics and Chemistry*, 78(7–8), 571–573.
- SIAP-SAGARPA. (2014). Informe Sectorial de mangos en México. *SAGARPA*, 1–5.

SIAP-SAGARPA. (2017). Producción de Mango en México.

Singh, R. N. (1990). *Mango*. (R. S. GUPTA, Ed.) (3rd ed.). Indian.

Sivakumar, D., Jiang, Y., & Yahia, E. M. (2011). Maintaining mango (*Mangifera indica* L .) fruit quality during the export chain. *Food Research International*, 44(5), 1254–1263.

Yadav, D., & Singh, S. (2017). Mango: History origin and distribution. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6), 1257–1262.

Yahia, E. M. (2011). Mango (*Mangifera indica* L .). In *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits: Cocona to mango* (p. 492–567e).