

**Efecto de la miel en la deshidratación de
mango (*Mangifera indica*) variedad Tommy
Atkins**

María José Valencia Ramos

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre 2018

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Efecto de la miel en la deshidratación de
mango (*Mangifera indica*) variedad Tommy
Atkins**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

María José Valencia Ramos

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Efecto de la miel en la deshidratación de mango (*Mangifera indica*) variedad Tommy Atkins

María José Valencia Ramos

Resumen. El aumento de pérdidas poscosecha del mango ha motivado a la industria a la elaboración de nuevos productos utilizando diferentes métodos que alarguen la vida útil de las frutas. Una alternativa de conservación es la deshidratación de frutas, lo cual, requiere de alto consumo energético. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la miel en la aceptación y las características fisicoquímicas del mango sometido a deshidratación. Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), se evaluaron dos tratamientos y un testigo con tres repeticiones para un total de nueve unidades experimentales. Los resultados se analizaron mediante un Análisis de Varianza y una separación de medias Duncan. Los tratamientos fueron sometidos a deshidratación osmótica (DO) en miel (DO) y luego a deshidratación por aire caliente (DAC). Se realizaron análisis fisicoquímicos (Reducción de peso, color, textura, humedad y pH) y análisis sensorial afectivo aplicando una prueba de aceptación (atributos de apariencia, textura, olor, color, sabor, dulzura, acidez y aceptación general) con 100 panelistas no entrenados. Se concluyó que la miel permite que el mango deshidratado conserve mayor humedad y conserve su acidez. En el mango deshidratado la miel provocó un color menos amarillo rojizo con menor luminosidad y la textura se mantuvo suave. El uso de miel mejoró la aceptación del mango deshidratado en todos los atributos recibiendo una valoración de "me gusta". Se recomienda hacer análisis de vida anaquel de la fruta deshidratada.

Palabras clave: Color, humedad, reducción de peso.

Abstract. The increase in post-harvest losses in mango has motivated the industry to develop new products using different methods to extend shelf life of fruits. An alternative of conservation is the dehydration of fruits but they require high energetic consumption. The objective of the study was to determine the effect of honey on the acceptance and physicochemical characteristics of mango subjected to dehydration. A Random Complete Blocks (BCA) was used, two treatments and a control were evaluated with three replicates for a total of nine experimental units. The treatments were subjected to osmotic dehydration (DO) in honey (DO) and then to dehydration by hot air (DAC). Physicochemical analysis (weight loss, color, texture, humidity and pH) and affective sensory analysis were performed applying acceptance test (attributes of appearance, texture, smell, color, taste, sweetness, acidity and general acceptance) with 100 untrained panelists. The study concluded that honey allows the dehydrated mango to retain more moisture and preserve its acidity. In the dehydrated mango the honey caused a less reddish yellow color with less luminosity and the texture remained soft. The use of honey improved the acceptance of dehydrated mango in all attributes, receiving a "like" rating. It is recommended to make shelf life analysis of the dehydrated fruit.

Key words: Color, humidity, weight loss.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES	14
5. RECOMENDACIONES	15
6. LITERATURA CITADA.....	16
7. ANEXOS	20

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Descripción de tratamientos.	3
2. Resultados análisis físico de reducción de peso (%) y humedad (%) de mango deshidratado.....	6
3. Resultados análisis físico de color en la escala L*a*b* de mango deshidratado ...	7
4. Resultados análisis físico de Dureza en Newton (N) de mango deshidratado.	8
5. Resultados análisis químico de pH de mango deshidratado.....	9
6. Resultado análisis sensorial: aceptación atributo color y olor de mango deshidratado.....	10
7. Resultado análisis sensorial: aceptación atributo apariencia y dulzura de mango deshidratado.....	10
8. Resultado análisis sensorial: aceptación atributo acidez y sabor de mango deshidratado.....	11
9. Resultado análisis sensorial: aceptación atributo textura y aceptación general de mango deshidratado.	12
10. Consumo energético por tratamiento para producción de mango deshidratado.....	12
11. Costos variables en USD de mango deshidratado.....	13
Anexos	Página
1. Correlación entre atributos de evaluación sensorial.....	20
2. Correlación entre textura y dureza.	20
3. Correlación entre acidez y pH.	21
4. Hoja de evaluación sensorial.	21

1. INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica*) es una de las frutas tropicales más consumidas debido a su agradable sabor y aroma, teniendo una alta aceptación y creciente demanda (Ramírez *et al.* 2010). Por lo general, en los países tropicales de Latinoamérica, los meses de cosecha de mango son en los meses de mayo a julio, lo que provoca una elevada competencia, bajos precios y poca rentabilidad. La acumulación de producto en ese tiempo y la presencia de mango que no cumple los estándares de calidad conllevan a pérdidas poscosecha y económicas para los fruticultores (Padilla *et al.* 2016). Por lo tanto, se requiere de estrategias y alternativas en la cadena de producción para obtener el mayor aprovechamiento de este fruto.

El aumento de pérdidas poscosecha en mango ha motivado a la industria a la elaboración de nuevos productos utilizando diferentes métodos que alarguen la vida útil de las frutas. Uno de los métodos más antiguos de preservación de alimentos es la deshidratación, ya que al reducir la cantidad de agua en el alimento se inhibe la actividad microbiana; además, reduce el peso y el espacio que ocupa el producto, lo que baja el precio de transporte y almacenamiento. Los alimentos deshidratados no necesitan ser refrigerados y conservan mejor sus componentes nutricionales (Calderón 2010).

Existen diferentes tipos de deshidratación de alimentos y algunos son combinados para obtener un mejor rendimiento. El método de osmodeshidratación permite obtener productos de humedad intermedia, aumentar la vida útil de la fruta y mejorar las características sensoriales (Zapata y Castro 1999). Por otro lado, los agentes osmóticos son de fácil adquisición en el mercado lo que facilita que pequeños procesadores puedan optar por este producto por los bajos costos de inversión (Giraldo *et al.* 2004).

Una alternativa de conservación es el deshidratado del mango por medio osmótico y aire caliente. Este consiste en eliminar el agua de un alimento al ponerlo en contacto directo con una solución altamente concentrada. El agua del fruto se mueve a través de las membranas celulares semipermeables hacia el medio que lo rodea con el fin de establecer un equilibrio. En menor medida se produce una difusión del soluto de la solución hacia el fruto (Vega *et al.* 2007). Posteriormente, el proceso se complementa con el secado del fruto con aire caliente alcanzando la actividad de agua necesaria para inhibir microorganismos. Al realizar esta combinación se reduce el tiempo necesario en el deshidratador eléctrico en el secado con aire lo que representa un ahorro energético (Wais 2011).

La solución concentrada utilizada podría ser miel, producto alimenticio producido por las abejas melíferas a partir del néctar de las flores que las abejas recogen, transforman, combinan con sustancias propias, almacenan y dejan madurar en los panales de las colmenas (CODEX 1981). Esta solución contiene una mezcla compleja de hidratos de carbono, enzimas, aminoácidos, vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, sustancias aromáticas, pigmentos, cera y granos de polen (INTI 2015).

La utilización de estos métodos combinados puede influir en las características fisicoquímicas y sensoriales del mango, desarrollando un nuevo producto. Considerando que actualmente las personas llevan un estilo de vida en el que tienen diferentes obligaciones que consumen la mayoría de su tiempo, lo cual no les permite preparar sus alimentos. A partir de este contexto ha surgido la tendencia al consumo de productos alimenticios de conveniencia, uno de los productos más demandados son los snacks por ser alimentos listos para consumir. Un snack por definición consiste en un alimento ligero, es decir, fácil de digerir consumido entre comidas principales, es importante mencionar que no son un sustituto de estas (Pineda 2014). Sin embargo, una gran cantidad de la oferta de snacks no aporta ningún beneficio a la dieta diaria de los consumidores.

Los snacks por lo general tienen excesos de colorantes, saborizantes, azúcar, grasa saturada, calorías y sal (FAO 2011); lo cual, es un aspecto preocupante al tener conocimiento de la relación directa que existe entre la dieta y la salud. Se busca con un snack natural todo lo opuesto a estas características, es decir, reducir la cantidad de estos compuestos o sustituir su función con materias primas más benéficas.

Los objetivos de este estudio fueron:

- Evaluar el efecto de la miel en las características fisicoquímicas del mango (*Mangifera indica*) variedad Tommy Atkins sometidas al proceso de deshidratación.
- Determinar el efecto de la miel en la aceptación de mango deshidratado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio.

El estudio se llevó a cabo en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) y en el Laboratorio de Análisis Sensorial Zamorano. Todas estas instalaciones forman parte del Departamento de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Materia prima.

El mango de variedad Tommy Atkins fue recolectado del campus de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, en un estado de madurez comercial. Por otro lado, se utilizó la miel de la cosecha en el año 2017 en el departamento de El Paraíso, Honduras.

Producción de mango deshidratado.

Los frutos fueron cosechados y limpiados para posteriormente ser pelados y cortados en trozos de 1 cm × 1 cm × 0.5 cm aproximadamente. Luego se procedió a pesar la cantidad de mango en trozos y miel para obtener una relación 1:1. El mango fue colocado en un frasco de vidrio y se añadió la miel acorde a la fórmula del tratamiento 2 y 3 (cuadro 1), dejándolos reposar por tres y cinco horas respectivamente. Después de este tiempo se escurrió el mango y los tratamientos se colocaron en horno deshidratador de alimentos Excalibur 3900 series a 52 °C y por un tiempo de secado de diez, siete y cinco horas por tratamiento respectivamente. Todos los tratamientos suman 10 horas de deshidratado simulando el tiempo promedio de deshidratado por aire caliente que se utiliza en la Planta Hortofrutícola de Zamorano.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos.

Tratamiento	Horas en deshidratación osmótica	Horas en deshidratación aire caliente (52 °C)
Testigo	0	10
TR2	3	7
TR3	5	5

Análisis físicos.

Reducción de peso. Se tomó la medida del peso inicial y final del mango luego del proceso de deshidratación en horno, con el cual se obtuvo la reducción en peso y se expresó en porcentaje calculado con la ecuación 1.

$$\% \text{ Reducción de peso} = [(P_i - P_f) \div P_i] \times 100 \quad [1]$$

En donde:

P_i = peso inicial de la muestra

P_f = peso final de la muestra

Color. Se realizó la medición de color por triplicado en cada repetición utilizando el colorímetro marca Hunter L*a*b* modelo Color Flex. Se obtuvieron resultados del eje L* el cual representa la luminosidad en un rango entre 0-100 donde 0 es negro y 100 es blanco. El eje a* y b* se cuantifican los valores en un rango de -60 a +60. Los valores positivos en a* son rojos y negativos son verdes, los valores positivos en b* son amarillos y negativos son azules. Estos valores determinan las diferencias en coloración, claridad y tonalidad entre las muestras. El método de análisis se realizó según la guía de aplicación AN 1018.00 proporcionada por el proveedor del equipo (Hunterlab 2012).

Textura. Se analizó la dureza de las muestras de cada tratamiento por cada repetición con el equipo Texture Analyzer Brookfield CT3 4500, haciendo uso del acople TA-AVJ. Las pruebas fueron sometidas a compresión unidireccional a una velocidad de 2 mm/s por medio del método ASTM E83 (ASTM 2016).

Análisis químicos.

Humedad. Se analizó la humedad por duplicado en cada repetición para cada tratamiento utilizando un horno de convección Fisher Scientific a temperatura de 105 °C, basado en el método AOAC 950.46 (Latimer 2012). Los resultados de humedad se expresaron en porcentaje calculado con la ecuación 2.

$$\% H = \frac{gms}{gmh} \times 100 \quad [2]$$

En donde:

% H = Porcentaje de humedad

gms: Gramos de muestra seca

gmh: Gramos de muestra húmeda

pH. Se utilizó un potenciómetro marca “Sper Scientific Large Display” pH Pen para medir el pH en cada repetición de cada tratamiento. La medición se realizó para determinar el grado de acidez del mango deshidratado por medio del método AOAC 981.12. El pH se muestra en una escala de 0-14 (0 = extremadamente ácido y 14 = extremadamente básico) (Latimer 2012).

Análisis sensorial.

Se realizó un análisis sensorial afectivo con una prueba de aceptación basada en la determinación de los atributos de apariencia, textura, olor, color, sabor, dulzura, acidez y aceptación general. Se usó una escala hedónica de nueve puntos, donde uno correspondió a me disgusta extremadamente y nueve a me gusta extremadamente. Para este análisis se contó con la colaboración de 100 panelistas no entrenados.

Diseño experimental.

Para evaluar el efecto de la miel en las características fisicoquímicas, y sensoriales del mango deshidratado se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). Se evaluaron dos tratamientos y un testigo con tres repeticiones, para un total de nueve unidades experimentales en el estudio. Los datos obtenidos se analizaron a través de un análisis de varianza y una separación de medias Duncan para identificar diferencias significativas ($P < 0.05$) con el programa estadístico SAS® 9.4.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados análisis fisicoquímicos.

Peso y humedad. En el cuadro 2 se muestra diferencia significativa en la reducción de peso entre los tratamientos ($P < 0.05$). El tratamiento control sometido a 10 horas de deshidratación en aire caliente (DAC) y el tratamiento de 3 horas en deshidratación osmótica (DO) / 7 horas en DAC, obtuvieron una mayor reducción de peso.

Al permanecer en DAC la masa de la fruta decrece siguiendo la tendencia a disminuir en todo el periodo de tiempo (Pereira *et al.* 2013) y esto podría hacer la diferencia entre los tratamientos, perdiendo un mayor porcentaje de peso los que permanecen mayores horas en DAC. En cambio, en deshidratación osmótica (DO), la mayor reducción de peso se da en las primeras dos horas (Della 2010), Por lo cual, puede ser que este proceso no provoque una diferencia notable en reducción de peso luego de este periodo.

Cuadro 2. Resultados análisis físico de reducción de peso (%) y humedad (%) de mango deshidratado.

Tratamiento	Reducción peso	Humedad
	Media ¹ ± D.E.	Media ¹ ± D.E.
0 horas en DO/ 10 horas en DAC	80.37 ± 1.87 ^a	16.42 ± 4.14 ^b
3 horas en DO/ 7 horas en DAC	76.47 ± 3.24 ^a	22.33 ± 1.50 ^a
5 horas en DO/ 5 horas en DAC	66.91 ± 3.05 ^b	24.47 ± 2.52 ^a
C.V. (%)	3.45	8.42

¹ Media aritmética. DO: Deshidratación osmótica en miel, DAC: Deshidratado con aire caliente 52 °C. (a-b) medias con letras distintas en misma columna indican diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0.05$).

D.E Desviación estándar.

C.V Coeficiente de variación.

Los resultados de humedad fueron diferentes entre tratamientos ($P < 0.05$) encontrando menor humedad en el tratamiento 0 horas en DO/ 10 horas DAC en relación con los tratamientos en DO que presentaron valores mayores al 20% (cuadro 2). Esto podría estar relacionado al efecto de la miel utilizada en la deshidratación osmótica. Debido a que entre mayor sea la concentración de soluto de la solución osmótica mayor será la velocidad de salida del agua del mango, al aumentar la diferencia de presión osmótica entre la solución y la fruta (Parzanese 2010). Es necesario considerar que concentraciones muy altas de soluto pueden causar que se forme una capa de este sobre la superficie de las frutas lo que

dificultaría y haría más lenta la pérdida de agua, como pudo haber sucedido en este estudio al utilizar una solución sobresaturada como la miel (Ripoll 2012).

Para frutas, el agente osmótico más utilizado es la sacarosa, aunque se pueden presentar otros agentes osmóticos como: glucosa, fructosa, dextrosa, lactosa, maltosa, jarabes de almidón de maíz y sus mezclas (Pérez *et al.* 2005). La elección sobre el agente osmótico a utilizar dependerá de varios factores como costo del soluto, compatibilidad organoléptica con el producto terminado, preservación adicional otorgada por el soluto al producto final y de la influencia del soluto sobre las características organolépticas del producto tratado (Della 2010).

Al deshidratar mango se busca obtener valores de humedad de 10% para evitar el crecimiento de bacterias y hongos (García *et al.* 2015). Según el estudio de Zuluaga *et al.* (2010), las muestras de mango secadas directamente en el horno obtuvieron un valor promedio de humedad del 10%, por otro lado, las muestras osmodeshidratadas con una solución de sacarosa comercial y secadas con aire caliente tuvieron humedad de 15%, teniendo una mayor posibilidad de crecimiento de microorganismos.

En este estudio el mango presentó 16% de humedad en las muestras secadas directamente en aire caliente y un 23% en las muestras DO. Estos valores pueden diferir entre estos estudios debido a la solución concentrada utilizada en DO, ya que, Zuluaga *et al.* (2010) utilizaron una solución de sacarosa al 40% y en este estudio una solución sobresaturada que es miel. La miel, a diferencia de la sacarosa, crea una capa sobre el trozo de fruta lo que dificulta la salida del agua del alimento.

Color. Los resultados del análisis de color (Cuadro 3) muestran que no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos para la variable a^* pero sí se encontró diferencia para valor L y b^* ($P < 0.05$). El tratamiento 0 horas DO/ 10 horas DAC obtuvo mayor luminosidad según la variable L^* y mayor cromaticidad en la variable b^* , es decir, acentúa con mayor intensidad el color amarillo.

Cuadro 3. Resultados análisis físico de color en la escala $L^*a^*b^*$ de mango deshidratado.

Tratamiento	L^*	a^*	b^*
	Media ¹ ± D.E.	Media ¹ ± D.E.	Media ¹ ± D.E.
0 horas en DO/ 10 horas en DAC	59.71 ± 1.68 ^a	15.84 ± 1.97 ^a	59.25 ± 1.45 ^a
3 horas en DO/ 7 horas en DAC	54.63 ± 1.32 ^b	16.66 ± 1.66 ^a	55.30 ± 1.62 ^b
5 horas en DO/ 5 horas en DAC	54.51 ± 1.09 ^b	16.63 ± 2.97 ^a	55.48 ± 2.69 ^b
C.V. (%)	2.14	5.51	1.30

¹ Media aritmética. DO: Deshidratación osmótica en miel, DAC: Deshidratado con aire caliente 52 °C. ^(a-b) medias con letras distintas en misma columna indican diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0.05$).

D.E Desviación estándar.

C.V Coeficiente de variación.

El valor bajo de la variable L* y b* de los tratamientos en DO puede estar relacionado a que en dichos tratamientos se forma una capa de miel en su superficie y al someterse a temperaturas altas (mayores a 50 °C) se provocó la descomposición de fructosa en hidroximetilfurfural provocando la formación de pigmentos pardos y disminuyendo la coloración amarilla (Pesante 2008). Por otro lado, el pardeamiento enzimático en el mango causado por polifenol oxidasa, induce un oscurecimiento rápido (Guerrero 2009).

Los resultados de este estudio concuerdan con los de Zuluaga *et al.* (2010), al obtener diferencia significativa entre los tratamientos deshidratados con y sin DO para la variable b* y no encontrar diferencias significativas para la variable a*. Esto puede estar relacionado a que el mango fresco muestra un color amarillo intenso, pero al aplicar la DO este disminuye y al aplicar únicamente DAC este se mantiene (Duque *et al.* 2007). En los procesos de deshidratado osmótica hay cambio y pérdidas de color, debido a la modificación de las características de la superficie del alimento y por consiguiente su color y reflectancia (Contreras 2006). Además, la deshidratación puede incrementar la concentración de carotenoides por la prolongación de la deshidratación modificando los valores de a* a un color más rojizo (Nimmanpipug 2013).

Textura. Se observa en el cuadro 4 diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$) en la variable dureza, obteniendo un mayor valor de dureza en el tratamiento que no recibió tratamiento de DO. Esto puede deberse a que a los trozos de mango sumergidos en miel se les forma una cobertura de azúcares ganando sólidos y manteniendo una humedad intermedia, obteniendo una estructura no rígida. Por otro lado, los trozos en DAC se muestran más aplanados ya que su matriz permitió la salida del agua fácilmente al no tener la cobertura de miel, lo cual, deja como resultado un trozo de mango más seco y duro (Bermúdez *et al.* 2016). Al igual que aplicando DO como pretratamiento al secado convencional confirmando que el secado de mango sin pretratamiento a 70 °C presentó la mayor fuerza de fractura y los pretratamientos con deshidratación osmótica presentaron una menor fuerza de fractura (Sluka 2013).

Cuadro 4. Resultados análisis físico de Dureza en Newton (N) de mango deshidratado.

Tratamiento	Dureza (N)
	Media ¹ ± D.E.
0 horas en DO/ 10 horas en DAC	1.44 ± 0.18 ^a
3 horas en DO/ 7 horas en DAC	0.62 ± 0.12 ^b
5 horas en DO/ 5 horas en DAC	0.50 ± 0.005 ^b
C.V. (%)	14.41

¹ Media aritmética. DO: Deshidratación osmótica en miel, DAC: Deshidratado con aire caliente 52 °C. ^(a-b) medias con letras distintas en misma columna indican diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0.05$).

D.E Desviación estándar.

C.V Coeficiente de variación.

pH. El cuadro 5 indica que no se encontró diferencia significativa entre los tres tratamientos en el pH final del mango ($P > 0.05$). Lo anterior pudo estar relacionado con que el mango y la miel tienen valores de pH similares, la miel puede encontrarse en un rango de 3.85 a 4.52 (Avallone *et al.* 2004) y el mango en un rango de 3.9 a 4.6 (Quintero *et al.* 2013).

Cuadro 5. Resultados análisis químico de pH de mango deshidratado.

Tratamiento	pH
	Media ¹ ± D.E.
0 horas en DO/ 10 horas en DAC	4.13 ± 0.30 ^a
3 horas en DO/ 7 horas en DAC	4.00 ± 0.17 ^a
5 horas en DO/ 5 horas en DAC	4.03 ± 0.15 ^a
C.V. (%)	3.28

¹ Media aritmética. DO: Deshidratación osmótica en miel, DAC: Deshidratado con aire caliente 52 °C. ^(a-b) medias con letras iguales en misma columna indican igualdad entre tratamientos ($P > 0.05$).

D.E. Desviación estándar.

C.V. Coeficiente de variación.

Resultados análisis sensorial.

Color y olor. En el cuadro 6 se muestran las diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$) en la aceptación de los atributos olor y color. Los tratamientos en DO obtuvieron mayor calificación y fueron evaluados como “me gusta” mientras el tratamiento en DAC la aceptación fue de “me gusta ligeramente”.

La miel utilizada en la DO le confiere un olor y color más oscuro con menor luminosidad, esto puede ser por el proceso de caramelización de la miel, lo cual puede aumentar la aceptación del panelista joven al obtener una apariencia más jugosa y dulce (Baroña 2004) Sin embargo, panelistas de otra edad podrían tener mayor aceptación a los productos que conservan lo más posible las características del mango fresco (FEN 2012). Gómez (2013), muestra una mayor aceptación en el color y olor de las muestras que no fueron sometidas a deshidratación osmótica. Al contrario de los resultados obtenidos en este estudio.

Cuadro 6. Resultado análisis sensorial: aceptación atributo color y olor de mango deshidratado.

Tratamiento	Color	Olor
	Media ¹ ± D.E.	Media ¹ ± D.E.
0 horas en DO/ 10 horas en DAC	6.43 ± 1.64 ^b	6.46 ± 1.66 ^b
3 horas en DO/ 7 horas en DAC	7.19 ± 1.44 ^a	6.93 ± 1.56 ^a
5 horas en DO/ 5 horas en DAC	7.31 ± 1.66 ^a	6.94 ± 1.79 ^a
C.V. (%)	18.23	17.45

¹ Media aritmética. DO: Deshidratación osmótica en miel, DAC: Deshidratado con aire caliente 52 °C. (a-b) medias con letras distintas en misma columna indican diferencia estadística entre tratamientos (P < 0.05). Escala hedónica de 1-9, en la cual 1 significa me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente.

D.E. Desviación estándar.

C.V. Coeficiente de variación.

Apariencia y dulzura. En el presente estudio los resultados (cuadro 7) muestran las diferencias en la aceptación de apariencia y dulzura de los tratamientos (P < 0.05), encontrando mayor aceptación y evaluada como “me gusta” en los tratamientos en DO.

Cuadro 7. Resultado análisis sensorial: aceptación atributo apariencia y dulzura de mango deshidratado.

Tratamiento	Apariencia	Dulzura
	Media ¹ ± D.E.	Media ¹ ± D.E.
0 horas en DO/ 10 horas en DAC	6.03 ± 1.87 ^b	5.92 ± 1.91 ^b
3 horas en DO/ 7 horas en DAC	7.00 ± 1.63 ^a	6.94 ± 1.65 ^a
5 horas en DO/ 5 horas en DAC	6.96 ± 1.66 ^a	7.27 ± 1.66 ^a
C.V. (%)	18.26	22.26

¹ Media aritmética. DO: Deshidratación osmótica en miel, DAC: Deshidratado con aire caliente 52 °C. (a-b) medias con letras distintas en misma columna indican diferencia estadística entre tratamientos (P < 0.05). Escala hedónica de 1-9, en la cual 1 significa me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente.

D.E. Desviación estándar.

C.V. Coeficiente de variación.

Según Fernandez (2007), la miel es una solución concentrada que actúa como endulzantes de azúcares con predominancia de fructosa y glucosa (70%), sacarosa (5%). Las mieles son más dulces al contener un alto % de fructosa, el cual posee un mayor poder edulcorante (Olguín *et al.* 2015).

Esto podría estar relacionado a que la miel incremento el dulzor de los tratamientos sometidos a DO, lo cual pudo provocar la mayor aceptación de estos por parte de los panelistas. Al igual que Restrepo *et al.* (2008), aplicando una impregnación de vitamina E y sacarosa en las frutas, mostraron una mayor aceptación en el análisis sensorial por las

frutas más dulces. Sin embargo, Sanjinez *et al.* (2010), muestran en su análisis sensorial igual aceptación en el atributo apariencia por las frutas con y sin osmodeshidratación. Esto dependerá de las características de los panelistas evaluadores al ser no entrenados.

Acidez y sabor. El cuadro 8 muestra las diferencias en la aceptación de la acidez y sabor de los tratamientos ($P < 0.05$). El tratamiento con 5 horas en DO y 5 horas en DAC obtuvo mayor valoración como “me gusta” en ambos atributos.

Cuadro 8. Resultado análisis sensorial: aceptación atributo acidez y sabor de mango deshidratado.

Tratamiento	Acidez	Sabor
	Media ¹ ± D.E.	Media ¹ ± D.E.
0 horas en DO/ 10 horas en DAC	6.04 ± 1.91 ^c	5.75 ± 1.95 ^c
3 horas en DO/ 7 horas en DAC	6.56 ± 1.87 ^b	6.72 ± 1.69 ^b
5 horas en DO/ 5 horas en DAC	6.94 ± 1.87 ^a	7.38 ± 1.59 ^a
C.V. (%)	20.69	22.42

¹ Media aritmética. DO: Deshidratación osmótica en miel, DAC: Deshidratado con aire caliente 52 °C. (a-c) medias con letras distintas en misma columna indican diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0.05$). Escala hedónica de 1-9, en la cual 1 significa me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente.

D.E. Desviación estándar.

C.V. Coeficiente de variación.

Los resultados podrían estar relacionados con que los panelistas no entrenados fueron jóvenes que generalmente prefieren una mayor dulzura en el sabor de las frutas. En este caso la miel forma una cobertura alrededor de los trozos de mango luego de la inmersión en miel la cual, está compuesta principalmente de los azúcares: glucosa y fructosa (NHB 2017). Es así como los atributos de sabor y acidez pudieron ser influenciados por el contenido de miel alrededor de los trozos de mango generando mayor dulzura al existir una correlación alta positiva entre estos atributos.

En este estudio se demostró correlación alta positiva entre la aceptación general y la aceptación de dulzura ($r^2 = 0.83859$), acidez ($r^2 = 0.72660$) y sabor ($r^2 = 0.83488$), es decir, que a medida que aumenta la aceptación de los atributos dulzura, sabor y acidez también aumenta la aceptación general.

Textura y aceptación general. En el cuadro 9 se muestran las diferencias en la aceptación de la textura y aceptación general de los tratamientos ($P < 0.05$), encontrando mayor aceptación de ambos atributos, en el tratamiento con cinco horas en DO siendo evaluados como “me gusta”. Estos resultados coinciden con los resultados de Bermúdez *et al.* 2016 quien encontró una mayor aceptación por parte de los panelistas en textura y aceptación general en los tratamientos sometidos a una previa DO pues obtenían una estructura más firme.

Cuadro 9. Resultado análisis sensorial: aceptación atributo textura y aceptación general de mango deshidratado.

Tratamiento	Textura	Aceptación
	Media ¹ ± D.E. ²	Media ¹ ± D.E. ²
0 horas en DO/ 10 horas en DAC	5.78 ± 1.83 ^c	6.20 ± 1.61 ^c
3 horas en DO/ 7 horas en DAC	6.86 ± 1.45 ^b	6.94 ± 1.47 ^b
5 horas en DO/ 5 horas en DAC	7.45 ± 1.55 ^a	7.31 ± 1.59 ^a
C.V. ³ (%)	17.66	17.98

¹ Media aritmética. DO: Deshidratación osmótica en miel, DAC: Deshidratado con aire caliente 52 °C. ^(a-c) medias con letras distintas en misma columna indican diferencia estadística entre tratamientos (P < 0.05). Escala hedónica de 1-9, en la cual 1 significa me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente.

D.E. Desviación estándar.

C.V. Coeficiente de variación.

Consumo energético y costos variables para la producción de mango deshidratado.

La combinación del deshidratado del mango por medio osmótico y aire caliente es una alternativa que permite mantener la calidad del producto y reducir el tiempo necesario en el deshidratador eléctrico. Lo cual, representa un ahorro energético. Se muestra en el cuadro 10 el costo energético para la producción de mango deshidratado, tomando en cuenta el costo por kilowatt hora en la Escuela Agrícola Panamericana en el mes de junio fue de USD 0.1391. El gasto energético de horno deshidratador de alimentos, Excalibur 3900 series es 0.6 Kw/hora. En cada proceso de deshidratado se coloca dentro del equipo nueve libras de mango y se consideró una producción mensual de 1,000 libras. Por otro lado, en el cuadro 11 se presentan los costos variables de producción de mango deshidratado.

Cuadro 10. Consumo energético por tratamiento para producción de mango deshidratado.

	Tratamientos		
	10 horas DAC	3 horas en DO/ 7 horas DAC	5 horas en DO/ 5 horas DAC
Gasto de energía (Kw) ¹	6.00	4.20	3.00
Costo de energía/hora/9 lb de mango (USD)	0.83	0.58	0.41
Costo por 1,000 lb de mango al mes (USD)	92.73	64.91	46.36

¹Kilowatt. Tasa de cambio 24.01 L por dólar americano. DO: Deshidratación osmótica en miel, DAC: Deshidratado con aire caliente 52 °C.

Cuadro 11. Costos variables en USD de mango deshidratado.

	Tratamientos		
	10 horas DAC	3 horas en DO/ 7 horas DAC	5 horas en DO / 5 horas DAC
Mango 9 lb. (USD)	1.87	1.87	1.87
Miel (USD)		7.12	7.12
Total (USD)	1.87	8.99	8.99

Tasa de cambio 24.01 L por dólar americano. DO: Deshidratación osmótica en miel, DAC: Deshidratado con aire caliente 52 °C.

4. CONCLUSIONES

- La miel permite que el mango deshidratado conserve mayor humedad y mantenga su acidez.
- En el mango deshidratado la miel provocó un color menos amarillo rojizo con menor luminosidad y con textura suave que el tratamiento testigo.
- El uso de miel mejoró la aceptación del mango deshidratado en todos los atributos recibiendo una valoración de “me gusta”.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de vida anaquel de la fruta deshidratada del tratamiento con mayor aceptación.
- Diseñar un empaque adecuado para el mango deshidratado que evite cambios en el porcentaje de humedad del producto.
- Ejecutar un estudio de mercado para identificar la potencial demanda existente hacia este producto.
- Realizar un análisis de actividad de agua a los tratamientos.

6. LITERATURA CITADA

ASTM (American Society of Testing Materials) International. 2016. ASTM E83. [internet]. Estados Unidos. [consultado 2018 ag 26]. https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=ASTM%20E83&item_s_key=00020344&item_key_date=830016.

Avallone C, Montenegro S, Gruszycki A, Baez M, Cravzov A, Glibota G. 2004. Alteraciones fisicoquímicas de los principales parámetros de la miel cuando es utilizada como materia prima de alimentos [Tesis]. Universidad Nacional del Nordeste-Argentina. 10 p.

Baroña M. 2004. Mangos secados a través de ósmosis [Tesis]. Departamento de tecnología de alimentos. Universidad Nacional de España-España.

Bermúdez A, García C, Dussán S. 2016. Cambios en la textura y color en mango (Tommy Atkins) presecado por deshidratación osmótica y microondas. Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología. 27(2):31-38.

Calderón V. 2010. Deshidratación de alimentos. El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. [internet]. [consultado 2018 jul 10]. <http://centa.gob.sv/upload/laboratorios/alimentos/BROCHURE%20DESHIDRATADOS.pdf>.

CODEX. 1981. Codex norma para la miel codex stan 12-198. [internet]. [Consultado 2018 sep 10]. <https://docplayer.es/800060-Codex-norma-para-la-miel-codex-stan-12-1981-1.html>.

Contreras C. 2006. Influencia del método de secado en parámetros de calidad relacionados con la estructura y el color de manzana y fresa deshidratadas [Tesis]. Universidad Politécnica de Valencia-Valencia. 233 p.

Della P. 2010. Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente [Tesis]. Universidad Tecnológica Nacional-Buenos Aires. 213 p.

Duque A, Giraldo G, Mejía C. 2007. Variación del color en mango, mora y uchuva en diferentes tratamientos de deshidratación osmótica. Revista de Investigaciones Universidad del Quindío. 17(1):19-26.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2011. Selling street and snack foods. [internet]. [consultado 2018 sep 5]. <http://www.fao.org/docrep/015/i2474e/i2474e00.pdf>.

FEN (Fundación Española de la Nutrición). 2012. Desperdicio alimentario: análisis sensorial de frutas y verduras desperdicio. [internet]. [consultado 2018 sep 1]. <https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgInvestigacion/30092014170630.pdf>.

Fernández P. 2007. Estudio de la impregnación a vacío de miel y su efecto en atributos de calidad de hojuelas de manzana (var. Granny Smith) deshidratadas [Tesis]. Universidad de Chile-Santiago. 76 p.

García M, Alvis A, García C. 2015. Evaluación de los pretratamientos de deshidratación osmótica y microondas en la obtención de hojuelas de mango (Tommy Atkins). Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología. 26(5):63-70. doi: 10.4067/S0718-07642015000500009.

Giraldo D, Arango L, Márquez C. 2004. Osmodeshidratación de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) con tres agentes edulcorantes [Tesis]. Universidad Nacional de Colombia-Colombia. 17 p.

Gómez R. 2013. Evaluación sensorial de láminas de mango (*Manguijera indica* L. cv. Keitt) fortificadas con cloruro de calcio mediante deshidratación osmótica con pulsos de vacío. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 4(2):157-169.

Guerrero C. 2009. Inhibición de la actividad enzimática de la polifenol oxidasa extraída del banano (*Cavendish valery*) mediante sistemas bifásicos acuosos con isoespintanol y ácido ascórbico [Tesis]. Universidad Nacional de Colombia-Medellín. 91 p.

Hunterlab. 2012. Using hitch standardization on a series of color measuring instruments application note AN 1018.00. [internet]. [Consultado 2018 ag 28]. <https://www.hunterlab.com/es/an-1018.pdf>.

INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). 2015. Miel: beneficios, propiedades y usos. [internet]. [Consultado 2018 jul 12]. https://www.inti.gob.ar/apitec/pdf/Material_Promocion/folleto/06-Cuadernillo_apicultor_webMielBeneficiosPropiedadesyUsos.pdf.

Latimer G. 2012. Official Methods of Analysis of AOAC International. [internet]. [Consultado 2018 jul 15]. 19th edition. Gaithersburg, Maryland, USA, AOAC International. http://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC/Publications/Official_Methods_of_Analysis/AOAC_Member/Pubs/OMA/AOAC_Official_Methods_of_Analysis.aspx?Uhkey=5142c478-ab50-4856-8939-a7a491756f48.

NHB (National Honey Board). 2017. Carbohydrates and the sweetness of honey. [internet]. [Consultado 2018 ag 21]. http://naitc-api.usu.edu/media/uploads/2017/11/07/Carbohydrates_and_the_Sweetness_of_Honey.pdf.

Nimmanpipug N. 2013. Effect of osmotic dehydration time on hot air drying and microwave vacuum drying of papaya, food and applied bioscience. Scientific Electronic Library. 28(2):115-132.

Olguin M, Posadas M. Revelant G. Labourdette V. Marinozzi D. Venezia M. Zingale M. 2015. Efectos del consumo elevado de fructosa y sacarosa sobre parámetros metabólicos en ratas obesas y diabéticas. *Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología*. 42(2):3-6.

Padilla M, Larios I, Campos M, Villanueva S. 2016. Introducción a la tecnología del mango. [internet]. [Consultado 2018 jul 10]. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/388/1/Libro%20Mango.pdf>.

Parzanese M. 2010. Tecnologías para la industria alimentaria deshidratación osmótica. [internet]. [Consultado 2018 sep 13]. http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_06_Osmotica.pdf.

Pereira A, Muñiz S, Hernández A, González L, Fernández D. 2013. Análisis comparativo de la cinética de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente de la piña. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 22(1):62-69.

Pérez M, Márquez C, Ciro H. 2005. Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica papaya L.*) en cuatro agentes edulcorantes. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*. 58(2)-2998-3002.

Pesante D. 2008. Composición de la Miel de Abejas [Tesis]. Universidad de Puerto Rico-Puerto Rico. 37p.

Pineda D. 2014. Tendencias en snacks nutritivos. Ministerio de Economía de El Salvador. [internet]. [consultado 2018 jul 13]. <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/alertas/documento/doc/1045099415rad4EA77.pdf>.

Quintero V, Giraldo G, Vasco J. 2013. Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica L.*) durante su proceso de maduración. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 11(1):10-18.

Ramírez R, Quijada O, Castellano G, Burgos ME, Camacho R, Marin C. 2010. Características físicas y químicas de frutos de trece cultivares de mango (*Mangifera indica L.*) en el municipio Mara en la planicie de Maracaibo. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha-México*. 10(2):65-72.

Restrepo A, Cortés M, Suárez H. 2008. Evaluación sensorial de fresa (*Fragaria ananassa Duch*) y uchuva (*Physalis peruviana L.*) fortificadas con vitamina E. *Revista de la Facultad Nacional de Agricultura de Medellín-Colombia*. 61(2):4667-4675.

Ripoll E. 2012. Estudio de las propiedades dieléctricas de miel de azahar como método de control de los tratamientos térmicos [Tesis]. Universidad Politécnica de Valencia-España. 15 p.

Sanjinez E, Branco I, Takito S, Corbari J. 2010. Influencia de la deshidratación osmótica y de la adición de cloruro de calcio en la conservación de kiwis mínimamente procesados. *Revista Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 30(1):205-209. ISSN 0101-2061.

Sluka E. F. 2013. Conserva de mango (*Mangifera indica L.*) por deshidratación combinada [Tesis]. Universidad Agraria La Molina-Perú. 49 p.

Vega A, Palacios M, Boglio F, Pássaro C, Jérez C, Lemus R. 2007. Deshidratación osmótica de la papaya chilena (*Vasconcellea pubescens*) e influencia de la temperatura y concentración de la solución sobre la cinética de transferencia de materia. Revista Ciencia y Tecnología de Alimentos. 27(3):470-477.

Wais N. 2011. Secado combinado de frutas: deshidratación osmótica y microondas. [internet]. [Consultado 2018 jul 12]. <http://hdl.handle.net/10915/38494>.

Zapata J, Castro G. 1999. Deshidratación osmótica de frutas y vegetales [Tesis]. Universidad de Antioquia-Colombia. 14 p.

Zuluaga J, Cortes M, Rodriguez E. 2010. Evaluación de las características físicas de mango deshidratado aplicando secado por aire caliente y deshidratación osmótica. Revista de la Facultad de Ingeniería. 25(4):127-135.

7. ANEXOS

Anexo 1. Correlación entre atributos de evaluación sensorial.

	Apariencia	Textura	Olor	Color	Sabor	Dulzura	Acidez	AG
Apariencia	1.00000	0.51229 <.0001	0.62827 <.0001	0.67884 <.0001	0.49180 <.0001	0.51561 <.0001	0.55186 <.0001	0.66179 <.0001
Textura	0.51229 <.0001	1.00000	0.35121 <.0001	0.39428 <.0001	0.52931 <.0001	0.55922 <.0001	0.49856 <.0001	0.64055 <.0001
Olor	0.62827 <.0001	0.35121 <.0001	1.00000	0.58936 <.0001	0.49033 <.0001	0.49325 <.0001	0.48333 <.0001	0.59835 <.0001
Color	0.67884 <.0001	0.39428 <.0001	0.58936 <.0001	1.00000	0.50910 <.0001	0.52755 <.0001	0.41307 <.0001	0.64055 <.0001
Sabor	0.49180 <.0001	0.52931 <.0001	0.49033 <.0001	0.50910 <.0001	1.00000	0.84990 <.0001	0.63834 <.0001	0.83488 <.0001
Dulzura	0.51561 <.0001	0.55922 <.0001	0.49325 <.0001	0.52755 <.0001	0.84990 <.0001	1.00000	0.71938 <.0001	0.83859 <.0001
Acidez	0.55186 <.0001	0.49856 <.0001	0.48333 <.0001	0.41307 <.0001	0.63834 <.0001	0.71938 <.0001	1.00000	0.72660 <.0001
AG	0.66179 <.0001	0.64055 <.0001	0.59835 <.0001	0.64055 <.0001	0.83488 <.0001	0.83859 <.0001	0.72660 <.0001	1.00000

Anexo 2. Correlación entre textura y dureza.

	Textura	Dureza
Textura	1.00000	-0.38134 0.3112
Dureza	-0.38134 0.3112	1.00000

Anexo 3. Correlación entre acidez y pH.

	Acidez	pH
Acidez	1.00000	-0.11516 0.7680
pH	-0.11516 0.7680	1.00000

Anexo 4. Hoja de evaluación sensorial.

Hoja de evaluación sensorial

Mango deshidratado

Nacionalidad: _____

Instrucciones:

- ❖ Por favor marque con una X la evaluación correspondiente a cada atributo de la muestra.
- ❖ Utilice la galleta y el agua como limpiador de paladar cada vez que cambie de muestras
- ❖ No comparta su opinión sobre la percepción del alimento con ningún otro panelista durante el análisis sensorial

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta	Me disgusta ligeramente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente

Muestra #: _____

Características	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Olor									
Color									
Sabor									
Dulzura									
Acidez									
Aceptación general									

Muestra #: _____

Características	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Olor									
Color									
Sabor									
Dulzura									
Acidez									
Aceptación general									

Muestra #: _____

Características	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Olor									
Color									
Sabor									
Dulzura									
Acidez									
Aceptación general									