

## Procesamiento de rebanadas de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Haden por deshidratación y horneado

DORANTES, José Manuel †, MÉNDEZ, María Guadalupe, AYALA, Luis Mario

Universidad Tecnológica de la Costa Grande de Guerrero

Recibido 10 Abril, 2015; Aceptado 28 Octubre, 2015

### Resumen

La deshidratación ha sido ampliamente utilizada como método de conservación de alimentos desde tiempos ancestrales. El objetivo del presente trabajo consistió en procesar rebanadas de mango con cáscara por métodos de deshidratación osmótica (Tratamiento 1), deshidratación con aire caliente (Tratamiento 2) y deshidratación con aire caliente-horneado (Tratamiento 3) para evaluar las características de humedad, cenizas, proteína y extracto etéreo. Antes de cada tratamiento, se midió el índice de madurez de las muestras ( $^{\circ}$ Brix/% de acidez); así como, las variaciones de masa durante los tratamientos. Las muestras tuvieron en promedio  $20^{\circ}$ Brix y 0.5 % de acidez por lo que su índice de madurez fue de 40. En el Tratamiento 1 se perdió el 27.30% del peso, mientras que en el Tratamiento 2 se registraron pérdidas del 83.57%. Las muestras del Tratamiento 1 presentaron porcentajes de humedad más altos (20.26%), con respecto a los Tratamientos 2 y 3, 11.65% y 7.07%, respectivamente. El contenido de extracto etéreo, proteínas y cenizas fue muy similar entre los Tratamientos 2 y 3.

### Deshidratación, mango Haden, horneado.

**Citación:** DORANTES, José Manuel, MÉNDEZ, María Guadalupe, AYALA, Luis Mario. Procesamiento de rebanadas de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Haden por deshidratación y horneado. Revista de Sistemas Experimentales. 2015, 2-5: 168-173

### Abstract

Dehydration has been widely used as a method of preserving food since ancient times. The objective of this work was to process mango slices by osmotic dehydration methods (Treatment 1), dehydration with hot air (Treatment 2) and dehydration with hot air-baking (Treatment 3) to evaluate the characteristics of moisture, ash, protein and ether extract. Before each treatment, maturity index of the samples ( $^{\circ}$  Brix / acidity%) was measured; and, changes in mass during treatments. The samples had an average of  $20^{\circ}$  Brix and 0.5% acidity so its index of maturity was 40. In treatment 1 27.30% lost weight, whereas Treatment 2 83.57% losses were recorded. Treatment 1 samples showed higher percentages of moisture (20.26%), with respect to Treatments 2 and 3, 11.65% and 7.07% respectively. The content of ether extract, protein and ash was similar among treatments 2 and 3.

### Dehydration, Haden mango, baked.

†Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El mango es un fruto muy apreciado por sus características sensoriales exquisitas. México es uno de los mayores productores y exportadores a nivel mundial, las variedades más cultivadas son la Ataulfo, Haden, Keitt, Kent, Manila, Tommy Atkins y criollos. Los Estados con mayor producción en orden de importancia son: Guerrero (336,870.46 T), Nayarit (249,802.66 T), Sinaloa (178,213.36 T), Chiapas (162,921.77 T), Oaxaca (138,083.66 T), Michoacán (127,587.28 T) y Veracruz (92,094.83 T) (SAGARPA-SIAP, 2012).

El estado de Guerrero aporta el 23.4% de la producción nacional, ubicándolo como el primer productor de mango, lo que indica que este cultivo tiene gran importancia socioeconómica para Guerrero, ya que de esta actividad dependen directamente alrededor de 7,400 productores rurales e indirectamente, proveedores y otras personas que pueden emplear su mano de obra (RDS AC, 2003). La región de mayor producción y superficie sembrada es la Costa Grande con 24,460.9 Ha, donde las variedades más cultivadas son Ataulfo, Manila, Haden y Tommy Atkins. Dentro de las problemáticas existentes de la cadena mango en Guerrero, se han registrado problemas referentes a la demanda de innovación y transferencia de tecnología (SAGARPA-SIAP, 2012).

El precio de venta del mango tiene importantes variaciones en los centros de distribución y consumo, de acuerdo a la época de producción y la calidad de la fruta. En temporadas de sobreoferta o bien cuando los mangos no cumplen con las características que demanda el mercado para el producto fresco, el precio de estos disminuye, por lo que los productores venden el fruto a precios muy bajos o incluso no lo cosechan (SAGARPA-SIAP, 2012).

El mango procesado tiene diferentes presentaciones entre las que destacan las rebanadas congeladas, puré congelado, salsas, mermeladas, entre otras. Durante el procesamiento del fruto, normalmente se desechan desde 28 hasta 38% de cáscaras y semillas, las cuales tienen propiedades nutricias para alimentación animal.

En nuestro país los desechos o subproductos agrícolas (cáscaras, 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 arrojadas a los basureros. Dichos subproductos son generados en grandes volúmenes y solo una mínima parte es reutilizada en la producción de alimento animal de bajo valor agregado (Sumaya-Martínez y col., 2012).

La deshidratación ha sido ampliamente utilizada como método de conservación de alimentos desde tiempos ancestrales con buenos resultados. Debido a lo anterior, el objetivo del presente trabajo consistió en procesar rebanadas de mango con cáscara por métodos de deshidratación osmótica, deshidratación con aire caliente y deshidratación con aire caliente-horneado para evaluar las características fisicoquímicas del producto obtenido mediante un análisis de humedad, cenizas, proteína y extracto etéreo.

## Metodología

### Análisis de materia prima

Para el estudio se adquirieron mangos variedad Haden provenientes de la zona productora de la Costa Grande de Guerrero. Antes de cada tratamiento, se midió el índice de madurez de las muestras por medio de la relación ° Brix / % de acidez titulable.

### Análisis de ° Brix

Para este análisis se utilizó un refractómetro portátil marca Milwaukee modelo MA8 71, previamente calibrado con agua destilada, en el cual se colocó una pequeña cantidad de muestra de mango hecho puré.

### Análisis de acidez

Se pesaron 10 g de muestra hecha puré y se disolvieron en 90 ml de agua purificada, la mezcla se homogenizó perfectamente en un matraz de 100 ml. Se tomaron 10 ml de esa mezcla y se pasaron a un vaso de precipitados dentro del cual se agregaron 3 gotas de fenolftaleína y se tituló con hidróxido de sodio 0.1 N hasta obtener un color rosado.

Para la determinación se obtuvo el producto del volumen de la solución de NaOH gastada por la Normalidad de la solución, y el miliequivalente del ácido cítrico, posteriormente se calculó el cociente del producto mencionado por la masa en gramos de la muestra, por último el resultado obtenido se multiplicó por 100 para tener el porcentaje de acidez titulable.

### Tratamientos para las rebanadas de pulpa y cáscara de mango

#### Tratamiento con deshidratación osmótica

En una primera etapa se deshidrataron rebanadas de pulpa y cáscara de mango utilizando el método de deshidratación osmótica (**Tratamiento 1**) y posteriormente el secado en un deshidratador de bandejas. Para ello se llevó a cabo la selección y desinfección de los frutos, a partir de los cuales se obtuvieron rebanadas de 5 mm de grosor.

Las rebanadas se escaldaron durante 3 minutos a 100° C, posteriormente se sumergieron en un jarabe de 50° Brix durante 8 horas a 30° C, después de ello las rebanadas se extrajeron y se escurrieron.

Por último las rebanadas se colocaron en un deshidratador de bandejas a 60° C para secar el jarabe de la superficie de las mismas. Las muestras se dejaron enfriar y se envasaron para su posterior análisis.

#### Tratamiento con deshidratación por aire caliente

Para este tratamiento (**Tratamiento 2**) se seleccionaron, lavaron y desinfectaron los frutos, a partir de los cuales se obtuvieron rebanadas de 3 mm de grosor. Las rebanadas se sumergieron en una disolución de ácido cítrico al 0.2%, posteriormente se colocaron en un deshidratador de bandejas a 60° C durante 5 horas. Las muestras se dejaron enfriar y se envasaron para su posterior análisis.

#### Tratamiento con deshidratación por aire caliente-horneado

Para este tratamiento (**Tratamiento 3**) se seleccionaron, lavaron y desinfectaron los frutos, a partir de los cuales se obtuvieron rebanadas de 3 mm de grosor. Las rebanadas se sumergieron en una disolución de ácido cítrico al 0.2%, posteriormente se colocaron en un deshidratador de bandejas a 60° C durante 5 horas, después de ello las rebanadas se sometieron a un proceso de horneado a 150° C durante 5 minutos. Las muestras se dejaron enfriar y se envasaron en bolsas para su posterior análisis.

### Análisis de las variaciones de masa durante el proceso de deshidratación

Para determinar las variaciones de masa se pesaron las muestras cada hora durante el tiempo que duró el proceso de deshidratación.

### Análisis fisicoquímicos de las muestras tratadas

Se llevó a cabo el análisis de humedad, cenizas, proteína cruda y extracto etéreo de las muestras procedentes de los tratamientos con deshidratación por aire caliente y deshidratación por aire caliente-horneado para comparar las características finales de cada producto. Para ello se siguieron los métodos establecidos en las siguientes normas:

- Humedad: NMX-F-083-1986. Alimentos. Determinación de humedad en productos alimenticios.
- Cenizas: NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos.
- Proteína: NMX-F-068-S-1980. Alimentos. Determinación de proteínas.
- Extracto etéreo: NMX-F-089-S-1978. Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet).

Todos los tratamientos y análisis se llevaron a cabo por duplicado.

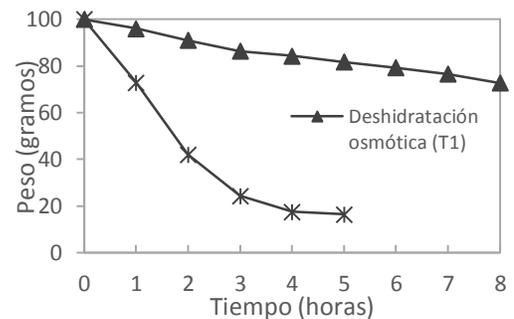
### Resultados

#### Análisis de la materia prima

Los mangos utilizados para el estudio mostraron tener en promedio 20° Brix y 0.5 % de acidez titulable, por lo que su índice de madurez fue de 40.

### Variaciones de masa durante el proceso de deshidratación

Para observar las variaciones de masa durante el proceso de deshidratación osmótica y deshidratación con aire caliente de las muestras, estas se pesaron cada hora. En el Tratamiento 1 se observó menor variación que en el Tratamiento 2, esto se debe a que en la deshidratación osmótica ocurren dos tipos de transferencia de masa: la difusión del agua que contiene el alimento al jarabe y la difusión de solutos del jarabe al alimento. En cambio en la deshidratación convencional, solamente está presente la difusión de agua del alimento al aire de secado (Rosas y Mendoza, 2012). En la Figura 1 se observa que al término del proceso de deshidratación osmótica las muestras presentaron un peso promedio de 72.70 g, mientras que en el caso de la deshidratación con aire caliente tuvieron 16.43 g, es decir en el primer caso se perdió el 27.30% del peso, en cambio en el Tratamiento 2 se registraron pérdidas del 83.57%.



**Gráfico 1** Variaciones de masa durante el proceso de deshidratación de rebanadas de mango var. Haden con cáscara a 30° C (T1) y 60° C (T2).

Se sabe que la pérdida de agua durante la deshidratación osmótica es proporcional a la concentración de la disolución, la temperatura, el tiempo de inmersión, el espesor y la velocidad de agitación, e inversamente proporcional al área superficial (Ochoa-Martínez y Ayala-Aponte, 2005).

Cabe recordar que en este proceso (Tratamiento 1) se trataron rebanadas de 5 mm de espesor, se utilizó un jarabe de 50° Bx y temperatura de 30° C, lo anterior para mantener en la mayor medida posible las características sensoriales del fruto.

### Análisis fisicoquímicos

Las muestras sometidas al tratamiento con deshidratación osmótica presentaron el porcentaje de humedad más alto (20.26%) como se observa en la Tabla 1; asimismo, se notó que después de una semana de realizado el tratamiento hubo en las muestras desarrollo de mohos. Cabe recordar que las rebanadas utilizadas para este tratamiento tuvieron un grosor de 5 mm, mientras que las rebanadas para los tratamientos 2 y 3 fueron de 3 mm. Los tratamientos 2 y 3 mostraron porcentajes de humedad menores, 11.65% y 7.07%, respectivamente, y no se observó desarrollo microbiano. Es importante que el producto final tenga poca humedad, ya que el agua disponible puede ser utilizada por microorganismos que limitan la vida útil de los productos. Debido a lo anterior se optó por analizar las características fisicoquímicas de los Tratamientos 2 y 3 únicamente. Se observa también que al someter las muestras a 150° C durante cinco minutos se pudo disminuir aún más el contenido de humedad, lo cual tiene efecto en la vida útil del producto.

Determinación (%)	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Humedad	20.260	11.650	7.070
Extracto e.	-	0.012	0.014
Proteínas	-	0.049	0.050
Cenizas	-	1.805	1.978

**Tabla 1** Análisis fisicoquímicos de los Tratamientos

El contenido de extracto etéreo fue muy similar entre los tratamientos (0.012 y 0.014); así como el contenido de proteínas y cenizas, ya que la única diferencia entre los Tratamientos 2 y 3 fue el tratamiento de horneado.

### Agradecimiento

Se agradece al PRODEP el financiamiento otorgado para desarrollar el presente trabajo.

### Conclusiones

Se registró una menor pérdida de peso en las rebanadas del Tratamiento 1 (deshidratación osmótica) y mayor humedad que las tratadas con el método de deshidratación con aire caliente y deshidratación con aire caliente-horneado. Asimismo, el Tratamiento 3 mostró el contenido de humedad más bajo y contenidos similares de extracto etéreo, proteínas y cenizas que el Tratamiento 2. Lo anterior indica que el tratamiento de horneado puede acoplarse al proceso de deshidratación convencional para disminuir aún más el contenido de agua del producto, lo que puede coadyuvar a alargar la vida útil de las rebanadas deshidratadas.

### Referencias

Giraldo G., Germán Antonio; Chiralt B., Amparo; Fito M., Pedro. (2005). Deshidratación osmótica de mango (*mangifera indica*). Aplicación al escarchado. *Ingeniería y Competitividad*. Vol 7, No. 1.

NMX-F-066-S-1978. Determinación de cenizas en alimentos. [En línea]. Disponible en: [www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-066-1978.PDF](http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-066-1978.PDF)

NMX-F-068-S-1980. Alimentos. Determinación de proteínas. [En línea]. Disponible en:

[www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-068-1980.PDF](http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-068-1980.PDF)

NMX-F-083-1986. Alimentos. Determinación de humedad en productos alimenticios. [En línea]. Disponible en:  
[www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-083-1986.PDF](http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-083-1986.PDF)

NMX-F-089-S-1978. Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet). [En línea]. Disponible en:  
[www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-089-1978.PDF](http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-089-1978.PDF)

Ochoa-Martínez, C. I.; Ayala-Aponte, A. (2005). Modelos matemáticos de transferencia de masa en deshidratación osmótica. *Cienc. Technol. Aliment.* Vol. 4, No. 5, pp 330-342.

Rosas Mendoza M. E., Fernández Muñoz J. L. (2012). FTIR aplicada durante la deshidratación osmótica de mango Ataulfo (*Mangifera indica* L.) *Superficies y vacío* 25 (1) 8-13, marzo.

SAGARPA-SIAP. (2012). Producción de mango en México. [En línea]. Disponible en:  
[www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/](http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/)

Sumaya-Martínez M. T. , Sánchez L. M., Torres G., García D. (2012). Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. *Quinta Época*. Año XVI. Volumen 30. Enero-junio.