



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

EFFECTO DEL CLORURO DE CALCIO Y EL PROCESO DE
SECADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS
DE LAS HOJUELAS OSMODESHIDRATADAS DE MELOCOTÓN

Prunus pérsica.

Autor:

Alejandra Estefanía Benavides Bastidas.

Director:

Ing. Nicolás Pinto M.Sc.

Asesores:

Dra. Lucía Toromoreno M.Sc.

Ing. Luis Armando Manosalvas M.Sc.

Ing. Juan Carlos De la Vega M.Sc.

Ibarra – Ecuador

2017

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: Benavides Bastidas.
NOMBRES: Alejandra Estefanía
C. CIUDADANÍA: 100328725-5
EDAD: 24 años.
NACIONALIDAD: Ecuatoriana
ESTADO CIVIL: Soltera
TELÉFONO CONVENCIONAL: 062-652-628
TELÉFONO CELULAR: 0979055183
CORREO ELECTRÓNICO: ale92_b@hotmail.com
DIRECCIÓN: Provincia: Imbabura
Ciudad: Ibarra
Parroquia: El Sagrario
AÑO: 2017

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Alejandra Estefanía Benavides Bastidas. EFECTO DEL CLORURO DE CALCIO Y EL PROCESO DE SECADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LAS HOJUELAS OSMODESHIDRATADAS DE MELOCOTÓN *Prunus pérsica*. TRABAJO DE GRADO. Ingeniería Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Agroindustrias. Ibarra 03 de Febrero del 2017.

DIRECTOR: Ing. Nicolás Pinto

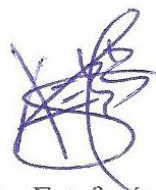
En la presente investigación se evaluó el efecto de cloruro de calcio a diferentes concentraciones (0%, 2.5% y 5%) en una solución osmótica de sacarosa, temperatura de secado, velocidad de aire de secado, las características físico-químicas, microbiológicas y calidad organoléptica de las hojuelas osmodeshidratadas de melocotón estableciendo los parámetros óptimos para obtener un producto de calidad.

El producto cumple con los requerimientos microbiológicos establecidos en la norma NTE INEN 2996 que permite la aceptabilidad de productos deshidratados, la cual garantiza la calidad del producto.



Ing. Nicolás Pinto M.Sc.

DIRECTOR DE TESIS



Alejandra Estefanía Benavides Bastidas

AUTORA

1. RESUMEN

Esta investigación presentó como objetivo la evaluación sobre las características organolépticas de las hojuelas osmódeshidratadas de melocotón *prunus pérsica*, en los procesos de ósmosis y secado utilizando factores de estudio como las concentraciones de cloruro de calcio, temperatura de secado y velocidad de aire.

Las hojuelas de melocotón fueron inmersas en un pretratamiento osmótico de sacarosa con cloruro de calcio a concentraciones de 0%, 2.5% y 5%, durante un periodo de 6 horas a temperatura ambiente 20°C. Los factores en el proceso de secado son temperatura a 45 °C y 60 °C, y velocidad de aire de 2.5m/s y 4 m/s.

Se aplicó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial AxBxC con doce tratamientos y tres repeticiones, con un total de 36 unidades experimentales. Para el análisis funcional se empleó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y Diferencia Media Significativa (DMS) al 5% para factores.

Las variables cuantitativas evaluadas fueron: humedad y actividad de agua durante el proceso de ósmosis; sólidos solubles, pH, actividad de agua, humedad en el producto terminado para determinar a los mejores tratamientos. De la misma manera, para medir las variables cualitativas se evaluó olor, color, sabor, textura (dureza) y aceptabilidad.

El efecto de las concentraciones de cloruro de calcio al 2.5% y 5%, influyó en la pérdida del contenido de humedad y actividad de agua durante el proceso de ósmosis, y junto con los factores de temperatura 60 °C y velocidad de aire 4 m/s presentaron mejores resultados en los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos; determinando al T8 concentración de cloruro de calcio al 2.5%, temperatura 60°C y velocidad de aire 4 m/s, como el mejor tratamiento; ya que como producto terminado contiene un bajo contenido de actividad de agua, de humedad, una textura moderadamente dura y es aceptable de acuerdo a los degustadores.

Palabras Clave: Melocotón, cloruro de calcio, osmódeshidratación, humedad, actividad de agua, secado.

ABSTRACT:

This research presented as objective evaluation of the organoleptic characteristics of peach *prunus Persiana* osmódeshidratadas flakes, in the processes of osmosis and

drying using study factors such as concentrations of calcium chloride, drying temperature and air velocity.

Peach flakes were immersed in a sucrose osmotic pretreatment with calcium chloride at concentrations of 0%, 2.5% and 5%, for a period of 6 hours at temperature 20° c ambient. Factors in the drying process are temperature at 45 ° C and 60 ° C, and speed of 2.5 m/s air and 4 m/s.

Applied a design completely at random, in accordance with factorial AxBxC twelve treatments with three repetitions, with a total of 36 experimental units. Functional analysis used the Tukey test for treatments and significant mean difference (DMS) 5% for factors.

The quantitative variables evaluated were: moisture and water during the process of osmosis activity; soluble solids, pH, water activity, moisture in the product to determine the best treatments. Of the same way, to measure the variable qualitative is evaluated smell, color, flavor, texture (hardness) and acceptability.

The effect of the concentrations of chloride of calcium to the 2.5% and 5%, influenced in the loss of the content of humidity and activity of water during the process of osmosis, and together with them factors of temperature 60 ° C and speed of air 4 m/s presented best results in them analysis physico-chemical, microbiological and organoleptic; the T8 determining concentration of chloride of calcium to 2.5%, temperature 60° C and air speed 4 m/s, as the best treatment; as a finished product, it contains a low content of activity of water, moisture, texture moderately hard and is acceptable according to the tasters.

1. INTRODUCCIÓN

El cambio del estilo de vida en la sociedad actual, está principalmente reflejada en la escasez de tiempo para la preparación de comidas, lo cual ha dado espacio a la introducción de nuevos productos en la variedad de snacks saludables de fruta, ya que el consumidor busca incorporar en su dieta diaria el consumo de productos nutritivos como snacks de frutas deshidratadas, que contengan un alto contenido nutricional.

Por otro lado, este país es un prestigioso productor de fruta fresca deliciosa y de alta calidad, rigiéndose a las normas de producción para exportación; pero con la fruta de rechazo que normalmente se consume en este mercado también hay un potencial para desarrollar nuevos productos, y en este caso el melocotonero es la especie de mayor dinamismo varietal

dentro de los frutales, en el cual se ha comprobado numerosos beneficios nutricionales y funcionales. (Sánchez-Campillo, 2012)

El contenido de las propiedades nutritivas de las hojuelas osmodeshidratadas de melocotón debe mantenerse igual o superior al que se encuentra en la composición nutricional de la fruta en estado fresco. El producto se evaluará con respecto a los parámetros de humedad, actividad de agua, textura y aceptabilidad, atributos muy importantes para la conservación y determinación del tiempo de vida útil de este producto, y para su aceptabilidad por parte de los consumidores.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del cloruro de calcio y el proceso de secado sobre las características organolépticas de las hojuelas osmodeshidratadas de melocotón *prunus pérsica*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el proceso de osmodeshidratación mediante una solución de cloruro de calcio y sacarosa en las hojuelas de melocotón *prunus pérsica*.
- Analizar el efecto de temperatura y de velocidad de aire en el proceso de secado por bandejas, de melocotón osmodeshidratado con cloruro de calcio.
- Evaluar la calidad del producto terminado mediante análisis Físico Químico, microbiológico y organoléptico.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó el fruto de melocotón (*prunus pérsica*) provenientes del sector de Pimampiro – Imbabura – Ecuador, se receptó la materia prima, se procedió a seleccionar, pesar y se realizó un lavado con una solución de agua y NaClO al 5% para retirar impurezas, la fruta fue pelada, troceada en formas de hojuelas con un espesor de 3mm, fue escaldada durante 1 minuto a 80°C, escurrida e inmersa en los distintos factores a evaluar de soluciones osmóticas de sacarosa con cloruro de calcio al (0%, 2.5% y 5), luego las hojuelas de melocotón se colocaron en bandejas perforadas y se introdujo en el secador de aire caliente con los diferente factores de temperatura y velocidad de aire de secado, luego se procedió a empacar y almacenar.

El desarrollo de la fase experimental de la investigación se realizó en la ciudad de Ibarra Provincia de Imbabura, donde

se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres repeticiones con un arreglo factorial AxBxC, Factor A (concentraciones de cloruro de calcio 0%, 2.5% y 5%), Factor B (temperatura de secado 45°C y 60°C) y Factor C (velocidad de aire de 2.5 m/s y 4 m/s). Todos los tratamientos fueron secados hasta encontrar su peso constante y luego se realizó para cada tratamiento su respectiva curva de secado.

Tabla 1. Nomenclatura de tratamientos.

Tratamientos	Identificación	Combinaciones
T1	A1B1C1	0%+ 45°C + 2.5m/s
T2	A1B1C2	0%+ 45°C + 4m/s
T3	A1B2C1	0%+ 60°C + 2.5m/s
T4	A1B2C2	0%+ 60°C + 4m/s
T5	A2B1C1	2.5%+ 45°C + 2.5m/s
T6	A2B1C2	2.5%+ 45°C + 4m/s
T7	A2B2C1	2.5%+ 60°C + 2.5m/s
T8	A2B2C2	2.5%+ 60°C + 4m/s
T9	A3B1C1	5%+ 45°C + 2.5m/s
T10	A3B1C2	5%+ 45°C + 4m/s
T11	A3B2C1	5%+ 60°C + 2.5m/s
T12	A3B2C2	5%+ 60°C + 4m/s

Los datos de humedad y actividad de agua obtenidos en todos los tratamientos en el proceso de ósmosis fueron medidos cada 2 horas durante un periodo de 6 horas, luego se graficó las isothermas de desorción y se determinó el contenido de actividad de agua y presión osmótica en cada solución osmótica a diferentes concentraciones de cloruro de calcio.

Los datos del proceso de secado (humedad vs. tiempo) fueron obtenidos pesando periódicamente las muestras a intervalos de 10 minutos durante la primera hora y cada 30 minutos las siguientes horas utilizando una balanza

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la evaluación del proceso osmótico de acuerdo a los parámetros de humedad y actividad de agua en donde la fruta se sumergió en un pre-tratamiento osmótico a 60°Brix con cloruro de calcio a concentraciones de 0%, 2.5% y 5%, se obtuvieron los siguientes resultados:

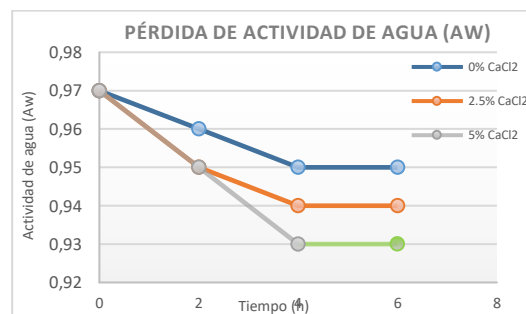


Gráfico 1. Pérdida de Actividad de Agua (Aw)

Los tratamientos que estuvieron inmersos en la solución osmótica con la concentración de 2.5% y 5%, fueron los que presentaron mayor pérdida del contenido de actividad de agua en la muestra, lo contrario de los tratamientos que contienen 0% de CaCl₂ en donde se presenta mayor resistencia a la pérdida de agua.

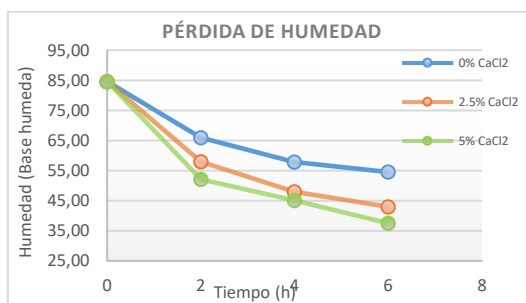


Gráfico 2. Pérdida de humedad.

En la gráfica 2 se puede observar cómo influye la disminución en la pérdida del contenido de humedad del fruto melocotón dentro de un tiempo de 6 horas, debido al pretratamiento osmótico a diferentes concentraciones de CaCl₂ de 0%, 2.5% y 5%, siendo la disminución de humedad libre de hasta un 30%, 41% y 47% respectivamente.

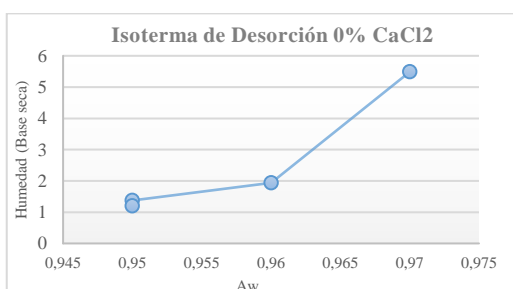


Gráfico 3. Isoterma de Desorción 0% CaCl₂

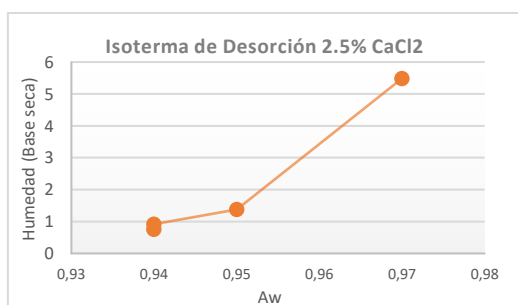


Gráfico 4. Isoterma de Desorción 2.5% CaCl₂

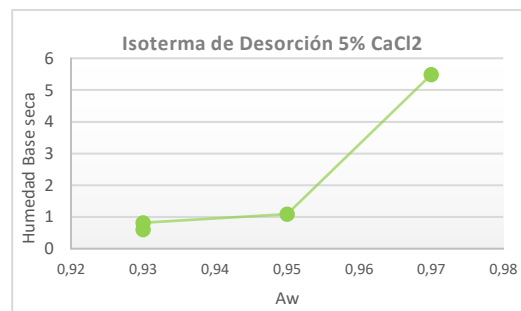


Gráfico 5. Isoterma de Desorción 5% CaCl₂

El tipo de isoterma de desorción para las tres gráficas que se obtuvo con respecto a su comportamiento es el Tipo III, en donde el adsorbato presenta aproximadamente la misma afinidad por el adsorbente y por sí mismo, por lo cual es una vez que se ha adsorbido una molécula ésta actúa también como sitio libre para que otra molécula se adsorba. Esto conduce a un recubrimiento desigual, con partes limpias, partes cubiertas con monocapa y partes cubiertas con multicapa. (Rosas García, 2009)

Los valores obtenidos con las isotermas de desorción dentro de las osmódeshidratación a diferentes concentraciones de cloruro de calcio, indicarán el comportamiento a futuro del producto final y su calidad de acuerdo al mapa de estabilidad de los alimentos en función del contenido de agua que se encuentra dentro de los alimentos.

De acuerdo a los análisis fisicoquímicos y a la evaluación organoléptica el tratamiento que presentó mejores resultados es el tratamiento 8 donde:

Tabla 2. Variables evaluadas.

TIPO	VALOR DE RESPUESTA	MÉTODO
Sólidos solubles	78.93 °Brix	AOAC 925.14
Humedad	5.8 %	Método d Methel;(AOAC 24:2003).
Aw	0.54 %	Aw meter.
pH	3.55	Método N° 981.12.de la A.O.A.C

El contenido de **sólidos solubles** se determinó mediante la utilización de un refractómetro digital °Brix, obteniendo 78.93°Brix. El contenido de sólidos solubles aumenta de acuerdo al pretratamiento y al tiempo del proceso osmótico, de acuerdo al contenido inicial de la fruta de melocotón con 12°Brix después de proceso se obtuvo mayor ganancia de sólidos solubles.

pH: se obtuvo un valor de 3.55 pH los parámetros evaluados influyeron en la composición de la fruta a lo largo del proceso

de osmodeshidratación, el departamento de Agricultura de la FAO determina que disminuir el pH debajo de 4,2 es una forma efectiva de inactivar el crecimiento microbiano.

Humedad: el T8 presenta un valor aproximado con su media al valor de 6.00% de humedad, tomando los límites de humedad de zanahoria (6 % m/m) a temperatura de 60°C de acuerdo con la norma INEN 2996 para productos deshidratados.

Actividad de agua: el T8 presenta un valor de 0.54 y de acuerdo al departamento de Agricultura de la FAO determina que, la A_w debería disminuirse a 0,60 para controlar el crecimiento microbiano.

A través de la prueba de aceptabilidad realizada a un grupo de 15 panelistas, no entrenados, se determinó que en color y aroma no existe diferencia alguna, en cuanto al sabor, aceptabilidad y textura se identificó una gran diferencia entre todos los tratamientos debido a la utilización de $CaCl_2$ al 2.5% y 5% en el pretratamiento osmótico, en donde los tratamientos con la concentración más alta se destacan solo por su textura más firme pero con un sabor desagradable y poca aceptabilidad.

Cinética de secado:

Los gráficos 6 y 7 muestran las curvas de secado y curvas de velocidad de secado respectivamente, obtenidas en el mejor tratamiento T8 (2.5% concentración de $CaCl_2$, temperatura de secado 60°C y velocidad de secado 4 m/s).

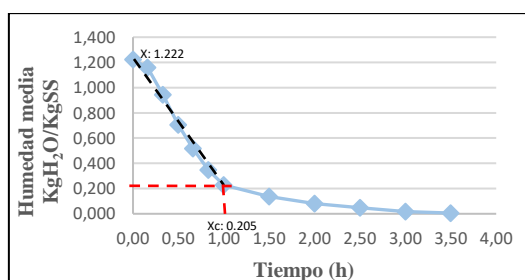


Gráfico 6. Curva de secado T8

Se puede observar que la humedad disminuye en forma rápida, conforme al tiempo de secado, obteniendo así un porcentaje de humedad en el producto final de 5.80 %, el peso constante se lo obtiene a las 3:50 horas de secado.

El tratamiento 8 previamente fue sometido a un proceso de pre-tratamiento osmótico (sacarosa) con una concentración de 60°Brix junto con $CaCl_2$ al 2.5% durante 6 horas, en donde la mayor pérdida de la humedad libre en la fruta fue de un 41%, de manera que en el proceso de secado con los factores de

temperatura de 60°C y una de velocidad de aire de 4 m/s influirán para que el contenido de humedad libre se evapore rápidamente, estos factores junto con el mecanismo de difusión interna del líquido a través del sólido determinarán la velocidad de secado.

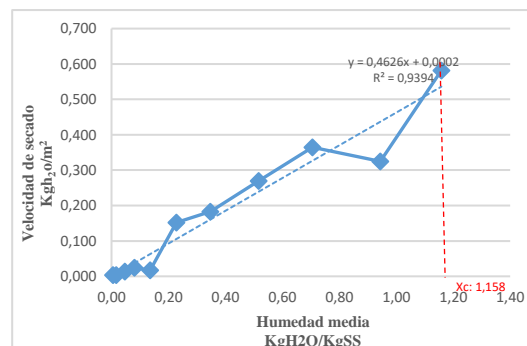


Gráfico 7. Curva de velocidad de secado T8

Según la pendiente de la gráfica 7 en la curva de velocidad de secado, se puede observar que predomina un periodo de velocidad decreciente que está controlado por el mecanismo de difusión interna del líquido a través del sólido presentando tres puntos de inflexión, en el primero se produce una difusión de líquido, causado por las diferencias de concentración de solutos en la superficie y en el interior del alimento esto puede deberse a que el tratamiento 8 previamente estuvo inmerso en una solución osmótica con cloruro de calcio al 2.5%, dejando a los poros llenos superficialmente y produciéndose una mayor migración del agua hacia la superficie externa debido al efecto de un aumento de temperatura y velocidad de aire, en el segundo punto de inflexión existe una difusión del líquido adsorbido en la superficie de los componentes sólidos del alimento. (Fellows, 2007), y en el tercer punto de inflexión se observa leve incremento de velocidad que indica que sólo pequeños paquetes de humedad permanecen en la estructura sólida produciéndose una difusión de vapor de agua en los espacios de aire internos causados por gradientes de presión de vapor en las hojuelas de fruta hacia la superficie externa.

La disminución y el leve incremento de velocidad de secado que se observa dentro de este periodo postcrítico también puede haber influido por el aumento de la velocidad de aire de 4 m/s, ya que al pasar aire caliente el vapor de agua se difunde a través de una capa límite de aire que rodea el alimento y el espesor de la capa límite viene determinado principalmente por la velocidad de aire. (Fellows, 2007)

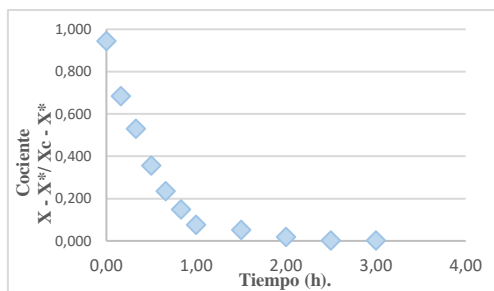


Gráfico 8. Mecanismo de eliminación de humedad.

También se graficó el cociente $X - X^* / X_c - X^*$ contra el tiempo de secado para determinar el mecanismo que elimina la humedad en las hojuelas de melocotón osmodeshidratadas, y como se puede observar en la gráfica 8, la línea se hace asintótica a una línea recta conforme aumenta el tiempo, lo cual confirma que el proceso de secado fue por difusión.

7. CONCLUSIONES

Una vez que se ha culminado con la fase experimental, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Los tratamientos con mayor concentración de cloruro de calcio al 2,5% y 5% presentaron una mayor disminución del contenido de actividad de agua, debido a que estas concentraciones aumentaron la cinética del proceso de osmodeshidratación en las hojuelas de melocotón, permitiendo la disminución de humedad libre de la fruta de hasta un 47% en base húmeda.
- El efecto de la aplicación del cloruro de calcio a concentraciones de 2.5% y 5%, permitió que la presencia de pectatos en las hojuelas de melocotón generen una ionización en el proceso osmótico, lo cual aumentó la presión osmótica dando paso a una mayor difusión de agua y solutos durante el periodo de 6 horas.
- La temperatura de 60°C y la velocidad de aire de 4m/s permitieron reducir tiempos de secado en las hojuelas de melocotón con pretratamiento osmótico llegando hasta 3 horas, a diferencia del uso de secado convencional (6h y 30 min.) Adicionalmente, se evidenció que el periodo de velocidad decrecietne del proceso de secado se encuentra controrado principalmente por el mecanismo de difusión interna del líquido.
- De acuerdo al análisis fisicoquímico y organoléptico realizado se determinó que los tratamientos con concentraciones de 2.5% y 5% de Cl_2Ca , una mayor temperatura y mayor velocidad de aire presentaron

mejores resultados, ya que a estas concentraciones permiten que los pectatos reduzcan la solubilidad de sustancias pépticas, y se produzca una mayor estabilidad en las paredes celulares de la fruta durante el proceso de secado; obteniendo una mayor firmeza y aceptabilidad de acuerdo a las variables evaluadas por parte del panel degustador. De igual manera, presentó un menor recuento de mohos y levaduras como lo indicó el análisis microbiológico.

8. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones anteriores se recomienda:

- Realizar el análisis sobre las isotermas de desorción incluyendo otras temperaturas en el proceso de ósmosis y utilizar de igual manera, diversas sales osmodeshidratadoras, ya que permitirán conocer variantes en la calidad del producto final de acuerdo al contenido de agua.
- Realizar investigaciones de procesos combinados de ósmosis y secado utilizando otro estado de madurez de la fruta de melocotón.
- Utilizar concentraciones de cloruro de calcio no mayores al 5% en el proceso osmótico con el fin de que el producto tenga aceptabilidad por parte del consumidor.
- Investigar sobre posibles usos del jarabe osmodeshidratante resultante del proceso de ósmosis, como un subproducto para introducirlo a la industria de bebidas o jarabes para mermeladas.

9. REFERENCIAS

1. Aguado, J., Calles, J. A., Cañizares, P., López, B., Santos, A., & Serrano, D. (2002). Ingeniería en la industria alimentaria. Francisco Rodriguez.
2. Aguaisa, O., & Carlosama, W. (2007). Elaboración de enconfitado de sábila (aloe barbadencis) por el método deshidratación osmótica directa.
3. Alvarado, W. (2010). Estudio del efecto de la deshidratación osmótica como pretratamiento para el proceso de secado por aire en Piña (Ananas Comosus) de variedad milagreña o perolera. Ecuador.
4. Báez, M. (2011). Actividad Acuosa en los Alimentos. *Procesos Alimentos*.

5. Bagué Serrano, A. J., & Álvarez Cruz, N. S. (2012). Capítulo VIII: Secado de extractos totales. En A. J. Bagué Serrano, & N. S. Álvarez Cruz, *Tecnología Farmacéutica* (págs. 145,146, 147). San Vicente (Alicante): Edictorial Club Universitario.
6. Barbosa Cánovas, G., & Vega Mercado, H. (2000). *Deshidratación de Alimentos*. Zaragoza - España: Acribia.
7. Calderón, V. (2012). Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa productora y comercializadora de vino de durazno artesanal en la parroquia pimampiro, cantón pimampiro provincia imbabura. Ibarra, Imbabura, Ecuador.
8. Casp Vanaclocha, A., & Requena, J. (2008). *Proceso de conservación de alimentos*. España: Mundi-Prensa.
9. Castells, X. (2012). Sistema de tratamiento térmico. Proceso a baja temperatura, secado. En *Tratamiento y valorización energética de residuos*. (pág. 667). Madrid: Días de Santos.
10. Castro, M., & Jurado, E. (2008). Conservación de babaco (Carica pentágona), mango (*Mangifera indica*) y pepino dulce (*Solanum muricatum*) mediante deshidratación osmótica directa. Ibarra, Imbabura, Ecuador.
11. Ceballos Ortiz, E., & Jiménez Munguía, M. (2012). Cambio en las propiedades de frutas y verduras durante la deshidratación con aire caliente y su susceptibilidad al deterioro microbiano. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 103.
12. Colina Irezabal, M. L. (2010). Deshidratación Osmótica. En M. L. Colina Irezabal, *Deshidratación de alimentos* (págs. 183- 190).
13. Della Rocca, P. (2010). Secado de alimentos por métodos combinados: Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente. Buenos Aires.
14. Espinoza, Landaeta, Méndez, & Nuñez. (2006). Efecto del cloruro de calcio sobre la deshidratación osmótica a vacío en mitades de duraznos. *Revista UDO Agrícola*, 122.
15. Fellows, P. (2007). "Tecnología del procesado de los alimentos. En P. FELLOWS, *Tecnología del procesado de los alimentos* (pág. 444). segunda edición.
16. García, A., Muñiz, S., Hernández Gómez, G. L., & Fernández, D. (2013). Análisis comparativo de la cinética de deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña (Ananas Comosus, variedad Cayena lisa). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*.
17. Gil, A. (2010). Frutas y productos derivados. En A. Gil, *Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. (págs. 181-182). Madrid: Editorial Médica Panamericana S.A.
18. Hurtado, M. G. (2013). En *Higiene general en la industria alimentaria*. Innovación y Cualificación S.L.
19. Martínez, E. L. (2010). Análisis y aplicaciones de las expresiones del contenido de humedad en sólidos. *Simposio de Metrología*, 2.
20. Osorio, F., Torres, J., & Sánchez, M. (2011). En *Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes*. (pág. 177). Madrid: Días de Santos.
21. Quijano, C. (2011). Estudio de la composición de volátiles y su evolución durante la deshidratación osmótica de la guayaba palmira ica-I (*Psidium guajava* L.). Valencia.
22. Ramón, C. (2013). Estudio de la aplicación de la deshidratación osmótica en carambola (*Averrhoa carambola* L.).
23. Rincón Martínez, J. M., & Silva Lora, E. E. (2014). En *Bioenergía: Fuentes, conversión y sustentabilidad*. (págs. 100,105). Bogotá.
24. Sagnay, N. (2009). Control de calidad de frutilla (*Fragaria vesca*) deshidratada por método de microondas a tres potencias.
25. Talens Oliag, P. (2005). *Tecnología de Alimentos. Predicción del valor de actividad de agua de un alimento húmedo o de humedad intermedia*. Universidad Politécnica de Valencia.
26. Varó Galván, P., & Segura Beneyto, M. (2009). En *Curso de manipulador de agua de consumo humano*. Alicante: Universidad de Alicante.
27. Viñas Almenar, M. I., Usall Rodie, J., Echeverría Cortada, G., Graell Sarle, J., Lara Ayala, I., & Recasens Ginjuan, D. I. (2013). *Poscosecha de pera, manzana y melocotón*. España: Mundi-Prensa.