
Osmodeshidratación del plátano isla (*platanus x hispánica*) en cámara tecnificada con energías limpias

Claudio Paulino Limaymanta Sulca¹, Nancy Párraga Melgarejo², Alan Paolo Salas Rojas³ y Elvis Rafael Porras Puente⁴

Osmodeshidratación of the banana island (platanus x hispánica) in camera technified with clean energies

Recibido xx de junio de 20xx, aceptado xx de octubre de 20xx

Received: June xx, 20xx Accepted: October xx, 20xx

RESUMEN

La investigación permitió determinar la obtención del plátano isla deshidratado por vía de osmosis dentro de una cámara tecnificada con energías limpias, donde existe una serie de procesos agroindustriales o flujos de operaciones que debe seguir como es: Plátano Isla en estado de Madurez Intermedia (Grados Brix: 12 +/- 2.5 y pH: 2.8 +/- 1.0), lavado, desinfectado, pelado manual, cortado, deshidratado osmótico, enjuagado, secado, envasado, almacenado.

Las pruebas de deshidratado se llevaron a cabo con un agente osmótico: jarabe de sacarosa (panela o azúcar orgánica), bajo dos modalidades: concentrado o confitado a temperatura ambiente; por 24 horas en una relación de jarabe: fruta, 1.5: 1.0, respectivamente a concentraciones de 40 y 50 grados brix y concentrado o confitado en forma gradual partiendo de 40 grados brix y luego llevadas a 50 grados brix; con incremento de concentración de 10 grados brix cada 24 horas, bajo las mismas condiciones indicadas anteriormente.

El mejor resultado se obtuvo del experimento de jarabe de sacarosa, partiendo con 40 grados brix, aumentando 10 grados brix hasta llegar a 50 grados brix, cada 24 horas. Bajo estas condiciones se obtuvo muestras brillantes que el panel de degustación calificó de buena calidad. Llevando a cabo el almacenamiento del producto, los controles fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales indicaron estabilidad en las muestras.

Palabra Clave: *Platanus x hispánica*, plátano de isla, Deshidratación, Osmosis.

ABSTRACT

This research determines obtain dehydrated banana island via osmosis into a camera tech clean energy, where a number of agro-industrial processes or operations flows should remain as is: Banana Island at maturity Intermedia (Brix: 12 +/- 2.5 and pH: 2.8 +/- 1.0), washing, disinfection, hand peeled, cut, osmotic dehydrated, rinsed, dried, packaged, stored.

Dehydrated tests were performed with an osmotic agent: sucrose syrup (sugar cane or Organic sugar) in two ways:

- ✓ Concentrate or Confit at room temperature; for 24 hours at a ratio of syrup fruit, 1.5: 1.0, respectively at concentrations of 40 and 50 degrees Brix.
- ✓ Concentrate or Confit gradually starting from 40 degrees brix and then brought to 50 degrees brix; with increasing concentration of 10 brix every 24 hours under the same conditions as above.

Best results are obtained from sucrose syrup experiment, starting with 40 degrees brix, increasing 10 degrees brix up to 50 degrees brix, every 24 hours. Under these conditions bright samples qualify tasting panel of good quality was obtained. Conducting product storage, physicochemical, microbiological and sensory stability controls indicated in the samples.

Keyword: *Hispanic Platanus x*, Banana Island, dehydration, Osmosis.

(1) Facultad de Ciencias Aplicadas – UNCP. Av. Uruguay N° 876. Huancayo, Perú. Claudio194@hotmail.com

(2) Facultad de Ciencias Aplicadas – UNCP. Huancayo, Perú. zpanel1@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El Plátano de Isla (*Platanus x persica*) es un producto agrícola de gran demanda en el país, por sus características organolépticas, permiten elaborar productos alimenticios procesados conservando su valor nutritivo y características sensoriales. Sin embargo, por ser un producto altamente perecedero, se presentan varias posibilidades de conservación como la congelación, refrigeración y la deshidratación, y actualmente, métodos combinados como la deshidratación osmótica, siendo ésta una tecnología de preservación que reduce las pérdidas pos cosecha y proporciona una alternativa para la transformación, utilizando materiales comerciales y de fácil acceso.

Fruta tropical exótica cultivada en el Valle de La Merced - Chanchamayo con buenas características organolépticas (sabor, aroma, color y textura), cuyo cultivo se ha adaptado a climas tropicales y subtropicales con producciones significativas en la Selva Alta y Selva Baja.

En los últimos años, el consumo de alimentos procesados se ha incrementado, ganando posición en el mercado mundial debido a los cambios en estilos y ritmos de vida. La sociedad moderna busca alimentos de fácil adquisición y rápido consumo y que a la vez satisfagan sus necesidades alimentarias [1].

La deshidratación osmótica es una tecnología de conservación que reduce las pérdidas pos cosecha de la fruta y proporciona una opción para transformarla, este método de conservación constituye una gran alternativa por su bajo costo ya que es un proceso no térmico; es una técnica de remoción de agua, en la cual se sumergen materias primas en una solución hipertónica compuesta por solutos capaces de generar altas presiones [2].

Con la deshidratación osmótica (DO) a se consigue conservar la calidad y

estabilidad de los productos hortofrutícolas, al reducir el contenido de humedad (hasta 50-60% en base húmeda) e incrementar el contenido de sólidos solubles [3].

Con la deshidratación osmótica (DO) a se consigue conservar la calidad y estabilidad de los productos hortofrutícolas, al reducir el contenido de humedad (hasta 50-60% en base húmeda) e incrementar el contenido de sólidos solubles [3].

El tratamiento osmótico es una técnica de deshidratación utilizada generalmente en frutas y verduras; este tratamiento genera una reducción en la actividad de agua de los alimentos, y por lo tanto, permite el almacenamiento durante períodos de tiempo más largos, a la vez que mejora la estabilidad y la calidad de los productos [4].

Estos factores están estrechamente relacionados con las características propias de la fruta, del jarabe, y de las condiciones en que se pongan en contacto con los componentes de la mezcla [5].

En función a lo referido se decidió llevar a cabo el presente trabajo de investigación, planteando los siguientes objetivos: determinar los parámetros óptimos de procesamiento dentro de la cámara tecnificada con energías limpias, para obtener plátano de isla deshidratado por osmosis. Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del producto obtenido en anaquel.

Para lugares de difícil acceso, donde los productos no pueden llegar con la rapidez al mercado, esta tecnología constituye una alternativa agroindustrial, se requiere de hacer más eficiente el uso de la energía requerida para deshidratar frutos sin que éste pierda sus propiedades organolépticas. [6].

ANÁLISIS TEÓRICO

(1) Facultad de Ciencias Aplicadas – UNCP. Av. Uruguay N° 876. Huancayo, Perú. Claudio194@hotmail.com

(2) Facultad de Ciencias Aplicadas – UNCP. Huancayo, Perú. zpanel1@hotmail.com

Deshidratación Osmótica

La Deshidratación Osmótica (DO) consiste en sumergir un producto alimenticio en una solución con una alta presión osmótica, lo cual crea un gradiente de potencial químico entre el agua contenida en el alimento y el agua en la solución, originando el flujo de agua desde el interior del producto, para igualar los potenciales químicos del agua en ambos lados de las membranas de las células del vegetal.

Técnica de deshidratación utilizada generalmente en frutas y verduras; este tratamiento genera una reducción en la actividad de agua de los alimentos, y por lo tanto, permite el almacenamiento durante períodos de tiempo más largos, a la vez que mejora la estabilidad y la calidad de los productos [4].

ENERGIAS LIMPIAS O RENOVABLES

Las **energías limpias** son aquellas que no generan tantos daños en el planeta Tierra en comparación con los combustibles fósiles, como el carbón o el petróleo.

Energía solar

La energía solar es una fuente de energía de origen renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol.

Es una de las llamadas energías renovables o energías limpias, que pueden ayudar a resolver algunos de los problemas más urgentes que afronta la humanidad. [7].

Usos de la energía solar. 8].

Básicamente, recogiendo de forma adecuada la radiación solar, podemos obtener calor y electricidad.

El calor se logra mediante los captadores o colectores térmicos, y la electricidad, a través de los denominados módulos fotovoltaicos. Ambos procesos nada tienen que ver entre sí, ni en cuanto a su tecnología ni en su aplicación.

La innovación tecnológica: secar con secadores solares. [9].

La energía del Sol, se puede utilizar correctamente para beneficio de la salud y para la economía familiar. Para ello, se han creado métodos o procedimientos que aseguran un buen proceso a través de aparatos especialmente diseñados.

En el secador solar los rayos luminosos del Sol son transformados en calor a través del efecto invernadero en un llamado colector solar, que tiene los siguientes elementos:

- Una superficie metálica oscura, preferiblemente de color negro, generalmente orientada hacia la dirección del Sol, que recibe y absorbe los rayos luminosos. El calor producido de esta manera es transferido al aire, que está en contacto con dicha superficie.

La energía para el secado representa entre el 94 y el 99% del total de energía utilizada en el procesamiento. [9]. Las grandes diferencias de los gastos de energía se explican por la cantidad de agua evaporada. Se concluye de estos resultados la posibilidad de economizar gran parte de la energía de procesamiento mediante el uso de la energía solar el secado. Esta opción es válida cuando se dispone de tiempos suficientes para el secado, hasta 2-3 días. Por razones económicas, ambientales y políticos, es necesario buscar otras fuentes alternativas de energía que sean a la vez económicas, abundante, limpio y que preserven el equilibrio ecológico. Energía proveniente del Sol es una buena opción. La energía del sol es un excelente candidato porque: - Sol emite energía 24 horas al día, 365 días al año a nuestro planeta. Todos lugares reciben esta energía según la ubicación (latitud), - es abundante y gratuita [11].

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevo a cabo en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Aplicadas en los Laboratorios de análisis e instrumentación.

Materia Prima e Insumos

Se utilizó plátano de isla (*Platanus × hispánica*), adquirida por la asociación de Río amarillo – Alto Perene.

Los insumos empleados fueron: Panela granulada o azúcar orgánica (sacarosa) – Bicarbonato de sodio.

Equipos y Materiales

- ✓ Mesa de acero inoxidable para el cortado y pelado de la fruta.
- ✓ Cocina, ollas, cucharas, cuchillos de acero inoxidable.
- ✓ Balanza digital marca Stanley, rango de medición de 0.00 a 1000.00 gr, de sensibilidad de 0.01gr.
- ✓ Cámara deshidratadora tecnificada con tecnologías limpias semicilíndrica tipo túnel de 20.0*5.0*2.0m, con un sistema de calentamiento directo, que es removido el vapor de agua mediante unos ventiladores y abstractores.
- ✓ Termohigrómetro digital marca thermo, modelo HY-608, rango de medición de 20.0 a 89.9% de humedad y temperatura de -10°C a +85 °C.
- ✓ Refractómetro universal Abbe de mesa, modelo I, rango de medida de 0 a 80 °Brix, sensibilidad de 0.1.
- ✓ Potenciómetro marca Hetech.8520.
- ✓ Otros materiales y equipos indicados en los diferentes métodos de análisis.

METODOLOGÍA

Métodos del nivel teórico

El método de investigación utilizada es el método científico, experimental analítico y aplicativo, en etapas:

Métodos de Control

A) Análisis Físicoquímicos

- Análisis proximal, acidez titulable, pH y sólidos solubles por el método de la A.O.A.C
- Azúcares reductores, por el método de Dinitrofenol.

B) Análisis Microbiológicos

Numeración de microorganismos aerobios mesófilos viables, Numeración de Mohos y Levaduras.

C) La evaluación Sensorial y Estadística

Se llevó a cabo con un panel de degustación semientrenado, conformado por diez personas quienes evaluaron el sabor, color, textura y aspectos generales en las diferentes etapas y de acuerdo con el avance de la investigación.

- a) Para determinar el estado de madurez más apropiado de la fruta para su

procesamiento bajo la forma deshidratada por osmosis.

- b) Para determinar el método de confitado más apropiado con cada tipo de edulcorante utilizado.
- c) Para determinar la mejor muestra, por edulcorante.
- d) Para determinar la estabilidad de la muestra en almacenamiento:

Se elaboró un formato de evaluación basado en la escala hedónica de 5 y 7 puntos para el paso a) y b) respectivamente. Para el paso c) y d) se elaboró un formato basado en la prueba de preferencias en grado de aceptación; se solicitó a los panelistas ubicar a las muestras en orden, de mayor a menor aceptación. Se trabajó con diseño de bloques totalmente al azar. La primera evaluación sirvió para determinar si es que existían diferencias significativas entre las 08 muestras procedentes de plátano de isla en los diferentes estados de madurez. En la segunda evaluación se analizaron 06 muestras obtenidas con cada uno de los edulcorantes para determinar la mejor concentración empleada. Estadísticamente en ambos casos los resultados fueron evaluados con la Prueba de Friedman. En la tercera evaluación se comparó entre si los mejores confitados obtenidos con cada uno de los edulcorantes, para determinar el mejor de ellos, se empleó una prueba de diferencia basada en el grado de aceptación y se analizaron los grados de aceptación. En la cuarta evaluación se compararon las tres mejores muestras luego de ser almacenadas y en su evaluación se procedió en forma similar al caso anterior.

Otros métodos de control

- ✓ Grado brix del jarabe, desde el inicio hasta el final de la deshidratación.
- ✓ Determinación del rendimiento.
- ✓ Isoterma de sorción, según la metodología recomendada por Oriado en la muestra que arrojò mejores resultados en el análisis sensorial.

RESULTADOS

Clasificación y Caracterización de la Materia Prima

Determinación del estado de Madurez Óptimo, en el Cuadro 1 se presentan los resultados de los controles fisicoquímicos llevados a cabo en lotes del plátano isla en diferentes estados de madurez.

Tabla 1. Controles fisicoquímicos del Plátano Isla en diferentes estados de madurez

Estado Madurez	pH	°Brix	% Acidez (Ácido Cítrico)
Muy Verde	2,05	4,4	1,954
Verde	2,15	4,9	1,450
Semi Pintón	2,24	9,5	0,964
Pintón	2,79	12,0	0,843
Maduro	3,36	14,5	0,584
Sobre Maduro	3,85	16,8	0,523

Tabla 2. Análisis fisicoquímico del plátano isla en estado pintón

COMPONENTES	VALORES REPORTADOS	COMPONENTES	VALORES REPORTADOS
Humedad (%)	85,55	Acidez Titulable	0,843
Proteína (%)	1,54	pH	2,79
Fibra (%)	0,42	Sólidos Totales	14,50
Grasa (%)	0,12	Sólidos solubles	12,00
Cenizas (%)	0,35	Azúcares Reductores (%)	0,05
Carbohidratos (%)	12,02		
TOTAL	100,00		

PROCESO DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Pelado

En el pelado con agua a diferentes temperaturas, los mejores resultados fueron obtenidos a los 80 °C por 1.5 minutos y 90 - 100°C por 1.0 minutos respectivamente, con rendimientos promedios de 71.4 %. pelado químico, el mejor tiempo fue de 30 segundos para las concentraciones de soda comprendidas entre 1 a 2 % y 40 para las de 0.5 y 1.0 % la fruta mostró características similares al caso anterior, además de un excesivo ablandamiento que la hizo desmerecer, a pesar de obtener el mejor rendimiento: 72.1 %.

Cortado y Despepitado

Para realizar un corte perfecto, se colocó a la fruta en forma horizontal a la vista del operario, quien la cortó en forma transversal.

Inmersión en Jarabe

La tendencia de todas las muestras, fue una disminución significativa en la concentración del jarabe, principalmente en las primeras cuatro horas, luego de los cuales la reducción fue en menor proporción. Pasadas las 12 horas de inmersión se pudo apreciar que los grados brix tendían a estabilizarse. Al respecto, [12] refiere que factores como la naturaleza del alimento a deshidratar, tamaño del alimento, solución osmótica utilizada, condiciones de operación, tratamiento previo al proceso de deshidratación, pueden influir en el tiempo necesario para que el producto alcance el equilibrio osmótico con la solución osmoactiva.

Secado.

Para los confitados con jarabe de sacarosa, el tiempo empleado para secarlas fue de aproximadamente 7.5 horas de la prueba de rangos se determinó que las tratadas en jarabe de sacarosa fueron las mejores, manteniendo un comportamiento intermedio las tratadas con jarabe invertido, tal como se puede apreciar en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de pruebas de rango para determinar el orden del grado de aceptación

PANELISTAS	CONFITADOS A:	
	40% a 50%	50%
1	1	3
2	2	2

3	2	2
4	2	2
5	1	3
6	1	3
7	1	2
8	1	1
9	1	2
10	2	3
TOTALES	14	23

Almacenamiento

En la tabla 4, se reportan los resultados de los análisis fisicoquímicos de las mejores muestras de plátano isla deshidratado por osmosis.

Tabla 4. Análisis fisicoquímico del plátano isla deshidratado por ósmosis

COMPONENTES %	JARABE DE SACAROSA	
	00 DIAS	60 DIAS
Humedad (%)	14,04	15,01
Proteína (%)	1,54	1,54
Fibra (%)	0,42	0,42
Grasa (%)	0,12	0,12
Cenizas (%)	0,35	0,35
Carbohidratos (%)	83,53	82,56
Total	100,00	100,00
Grados Brix	43,50	43,10
Ph	3,85	3,85
Acidez Titulable (% Ácido Cítrico)	0,38	0,38
Azúcares Reductores	2,69	8,31

En la tabla 5 se presentan los resultados de las evaluaciones microbiológicas. Como se observa, los reportes fueron negativos en las tres muestras evaluadas indicando estabilidad en los productos. Al respecto [13], indica que el rango de tolerancia es: para el número de mesófilos viables 102 a 4 x 10⁶UFC/g para Mohos 104 UFC/g y para Levaduras 10³ UFC/g.

Tabla 5. Análisis microbiológico en muestras de plátano deshidratado por ósmosis

TRATAMIENTO DE SACAROSA	Número de mesófilos aerobios viables UFC/gr		Número de mohos y levaduras UFC/gr	
	00 días	60 días	00 días	60 días
50%	< 10	< 10	< 10	< 10
40 a 50%	< 10	< 10	< 10	< 10

DISCUSIONES

Clasificación y Caracterización de la Materia Prima

Como se puede observar, a medida que la fruta va madurando se hace menos ácida y los sólidos solubles aumentan, indicando que el plátano isla podría considerarse un fruto climatérico. Al respecto el plátano de isla que es un fruto climatérico para ser deshidratado por osmosis debe reportar un pH de 2,79 y 12 °Brix; lo que implica que debe estar en un índice de madurez intermedio o “estado pintón” [6]

Se obtuvieron muestras de plátano isla confitado para los diferentes estados de madurez y no se encontró diferencias significativas en las características textura, aspecto general y sabor, pero sí el color. La evaluación indicó que el plátano isla con el tiempo no varía mayormente su textura, esto posiblemente se deba a su relativo bajo contenido de pectina, de tal modo que la descarboxilación y la despolimerización no son significativas. Al respecto [14], reportó 0.25 % de pectina en el fruto en referencia. La diferencia significativa en el color de las muestras, es posible se deba a que con el tiempo el fruto toma un color que lo hace más atractivo, pero por efecto del proceso del confitado, se oxida y/o degrada (Fennema. 1995). De acuerdo a los resultados obtenidos, se escogió la fruta en estado de madurez intermedia para continuar con la investigación.

Pelado

En el pelado con agua a diferentes temperaturas, los mejores resultados fueron obtenidos a los 80 °C por 1.5 minutos y 90 -

100°C por 1.0 minutos respectivamente, con rendimientos promedios de 71.4 %. Cabe resaltar que el pelado que se obtuvo no fue uniforme, siendo necesario hacer algunos retoques; asimismo con el pelado químico, el mejor tiempo fue de 30 segundos para las concentraciones de soda comprendidas entre 1 a 2 % y 40 para las de 0.5 y 1.0 % la fruta mostró características similares al caso anterior, además de un excesivo ablandamiento que la hizo desmerecer, a pesar de obtener el mejor rendimiento: 72.1 %. Resultados similares reportó Solís (1994), quien manifiesta que luego del pelado químico y al cortar la fruta, ésta pierde por completo su consistencia y forma deseada. Respecto al pelado manual, se determinó que debe llevarse a cabo con mucho cuidado a fin de no tocar mayormente la pulpa. Cabe resaltar que a pesar de ser este el método con el cual se obtuvo el menor rendimiento (69.9 %) comparado con los otros dos, es el que se recomienda en la presente investigación debido a que no afecta a las condiciones sensoriales (textura, olor). Al respecto [14] encontró similares resultados a los de la presente investigación.

Secado

La variación en los tiempos es posible se deba al afecto de los componentes del jarabe en la facilidad de liberación del agua. El color de las muestras tratadas con jarabe de sacarosa fueron muy similares: color amarillo oscuro y opaco. Esto debido al poder deshidratante; por lo que se decidió no tomar en cuenta este tratamiento en las indicaciones posteriores. Las mejores muestras según los resultados de la evaluación sensorial fueron la Al. B2 y C2 (jarabe de sacarosa, invertido y de glucosa respectivamente).

Almacenamiento

Como se puede observar, los componentes se mantuvieron estables con el tiempo, a excepción de la humedad y de los azúcares reductores. Respecto a la humedad, el aumento observado es posible se deba al empaque. Cheftel et al. (1984) indicaron que el polipropileno no es 100 % hermético al vapor de agua, sin embargo es uno de los que

ofrecen mayor seguridad para este tipo de productos (Sánchez et al. 1995).

En lo que concierne a los azúcares reductores, se pudo apreciar que la muestra tratada con jarabe de sacarosa, indicando que durante el almacenamiento sigue la inversión. Similares resultados reportaron [15]

Por los resultados de todas las pruebas se puede referir que el panel de degustación calificó como mejor producto al tratado con jarabe de sacarosa a concentración de 40 a 50%.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que el flujo de operaciones recomendado para obtener el plátano isla deshidratado por osmosis es: Materia Prima - Selección y Clasificación - Lavado y Desinfectado - Pelado Manual - Cortado - Inmersión en jarabe de Sacarosa - Drenado - Enjuagado - Secado - Enfilado - Empacado, de este modo se obtuvo un rendimiento de 33.0 % y una Aw promedio de 0.69 en el producto final.
2. El plátano isla para ser deshidratado por osmosis debe reportar pH: 2.79 y 12.0 Grados Brix, es decir, por las características sui generis la materia prima debe estar en una madurez intermedia o "estado pintón".
3. El método de pelado más apropiado para la tecnología propuesta es el manual; bajo esta modalidad la fruta no sufre alteraciones significativas en sus características de color, olor y textura.
4. El mejor tratamiento osmótico fue el que se llevó a cabo con jarabe de sacarosa llevando a diferentes temperaturas antes de juntarlo con la fruta. Iniciando el proceso con jarabe de 40 Grados Brix, corregido a 50, cada 24 horas.
5. Los análisis físicoquímicos y evaluaciones microbiológicas indicaron que los productos obtenidos fueron estables y de buena calidad.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con las investigaciones sobre deshidratación osmótica aplicando otros métodos de deshidratación.
2. Aplicar esta tecnología en otros tipos de frutos para que la población tenga alternativas de negocios con sus productos.
3. Generar nuevas fuentes de ingreso para la población y aprovechar sus recursos naturales con las nuevas tecnologías de punta.
4. Aprovechar las energías limpias en el procesamiento agroindustrial sin dañar el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ikoko, J. and Kuri, V. Osmotic pre-treatment effect on fat intake reduction and eating quality of deep-fried plantain. , 102, 2007, p. 523–531
2. Torres, L. y Tabarani, P. Deshidratación Osmótica de plátano (*Musa paradisiaca* L Var. Dominico Hartón) como pretratamiento a la fritura [Tesis Ingeniería Agrícola]. Cali (Colombia): Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, 2007, 95 p.
3. Barbosa, G., et al. Deshidratación de Alimentos. 1 ed. Zaragoza (España): Acribia, 2000, 295 p.
4. Castro, M., et al. Analysis of chemical and structural changes in kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv Hayward) through the osmotic dehydration. Journal of Food Engineering, 105, 2011, p. 599–608.
5. Le Maguer M., Shi J., Fernández C. (2003). Mass transfer behavior of plant tissues during osmotic dehydration. Food Science and Technology International 9: 187-192.
6. Ochoa-Reyes, E., Ornelas-Paz, J. de J., Ruiz-Cruz, S., Ibarra-Junquera, V., Pérez-Martínez, J. D., Guevara-Arauza, J. C., & Aguilar, C. N. (2013). Tecnologías de Deshidratación para la preservación de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *BIOTecnica*, 15(2), 39–46.
7. Energy Agency. Solar Energy Perspectives: Executive Summary» (PDF). International Agency (2011). Archivado desde el original el 3 de diciembre de 2011.
8. A. El-Sebaei y S.M. Shalaby. “Solar drying of agricultural products: A review”. Renewable and sustainable energy review, vol 16 (2012), pp. 37-43.
9. Fundación Celestina Pérez de Almada., Guía de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. Asunción, Paraguay, 2005.
10. Shyam, S. **Secadores solares en Csta Rica-Experiencias personales.** Ph.D. Profesor Retirado, Universidad Nacional, Costa Rica (Central America) Tel: (506) 83737204, 22603293 E mail: snandwan@yahoo.com, shynandwani@gmail.com www.doctornandwanisolarcook.org Julio del 2013
11. Camayo, B., et al. Desarrollo del modelo Bristow Campbell para estimar la radiación solar global de la región de Junín, Perú. **RTQ**, Santiago de Cuba, v. 35, n. 2, p. 220-234, agosto 2015. Disponible en <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852015000200008&lng=es&nrm=iso>.
12. Espinoza, E., et al. Efecto del cloruro de calcio sobre la deshidratación osmótica a vacío en mitades de duraznos (*Prunus persica*) en soluciones de sacarosa”, *Revista Científica UDO Agrícola*, 6(1): 121-127, 2006.
13. Solís, S. 1994. Obtención de parámetros Tecnológicos para la Elaboración de Fruta Confitada de Carambola (Averroha carambola L.) por el método de proceso lento. Tesis para optar por el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria - Peru
14. Guevara, A. 1991. Industrialización del plátano. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. Lima – Perú.
15. Carrillo. S. 1995. Obtención de Orejones a partir de Durazno (*Prunus persica*) var.

Blanquillo mediante deshidratado osmótico.
Tesis para optar el Título de Ingeniero en
Industrias Alimentarias. Universidad
Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú