

Secado de durazno (*Prunus pérsica*) empleando la técnica de ventana refractante

“Drying of peach (*Prunus persica*) using the refracting window technique ”

¹Angel Quispe Talla^a, ¹Nelly Castro Vicente^a

Recibido, mayo 2017

Aceptado, octubre 2017

RESUMEN

La investigación se enmarcan en las medidas biométricas las caracterizaciones del aguaymanto expendidas en el callejón de Huaylas así como su higienización con agua ozonificada, luego se estandarizó el pelado químico con 2 por ciento de soda y temperaturas de 80° y 85° con tiempos de inmersión de 2 minutos.

Las pulpas peladas de Aguaymanto se sometieron a los jarabes con soluciones de azúcar y en soluciones de miel de abeja de 35, 45,50 grados Brix, a temperaturas de: 25°C ,30°C, 35°C y Tiempos de inmersión: 150 min, 180 min, 210 min respectivamente, alcanzando su una humedad final de 22 porciento.

Los parámetros óptimos para la Osmo deshidratación del Aguaymanto en soluciones de miel de Abeja es usando un 50 % de solidos solubles a 35°C que en lapso de 150 minutos alcanza su equilibrio, por lo que es posible prolongar la vida útil del Aguaymanto por más de 30 días mediante el empleo de la Osmodeshidratación directa sin alterar su forma ni si textura.

Las características de calidad sensorial que mostraron los productos fueron de aceptable y de preferencia sobre los productos tradicionalmente ofertados en el mercado. La investigación realizada en el valle del Callejón de Huaylas las provincias de Yungay y Carhuaz con los duraznos de la variedad melocotón, se buscó otra formas de transformación en la línea de productos deshidratados, usando nuevas tecnologías que permiten el ahorro energético así como el mantenimiento de sus cualidades nutricionales, organolépticas funcionales como es la deshidratación en ventana refractante.

¹ Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo
^a Ing. industrias alimentarias

El trabajo usó duraznos de descarte aprovechando su pulpa utilizable llegando a las conclusiones siguientes; los parámetros de deshidratación del durazno mediante el uso de ventana refractante sin usar temperaturas mayores de 60°C reportan los valores de son las siguientes: Mo: Humedad de solido inicial: 5.214 (mg H₂O/ mg ss) - Rc: Velocidad de secado constante: 0.011 (mg H₂O) / (mm² x min) - Mc: Humedad Crítica: 2.23 mg H₂O/mg ss - Me: Humedad de Equilibrio: 0.85 mg / mg ss.

Valores de la cinética de deshidratación obteniéndose una velocidad de secado de 0.011 (mg H₂O) / (mm² x min), para mantener sus características, tecnológica, nutricional, funcional y sensorialmente.

Los parámetros óptimos para la deshidratación en ventana refractante fueron temperatura de 60 grados Celsius en un tiempo de 4 horas, las dimensiones del sólido para la deshidratación mediante la ventana refractante son de largo 40 mm, ancho 15mm y 3mm de espesor.

Las curvas de secado en su gráfica permitieron tener un durazno deshidratado de humedad intermedia con 40.43 por ciento de humedad, 59.57 por ciento de materia seca, 57.36 por ciento de azúcar, acidez de 0.68 % de ácido málico, 2.47 por ciento de azúcares reductores y una carga microbiana menor de 1.32 UFC/g. Se aprovecharon los duraznos de descarte sin valor comercial en cantidades de 2 Kilogramos, 8 por ciento de 25 kilogramos que representa en promedio 36 unidades que deshidratadas tiene un gran valor comercial.

Palabras clave: Osmo deshidratación; Agua ozonificada.

SUMMARY

The investigation is framed in the biometric measures the characterizations of the aguaymanto expended in the alley of Huaylas as well as its hygienization with ozonated water, and then standardized the chemical peeling with 2 percent of soda and temperatures of 80° and 85° with immersion times of 2 minutes.

The peeled pulps of Aguaymanto were subjected to the syrups with sugar solutions and in solutions of bee honey of 35, 45.50 Brix, at temperatures of: 25 ° C, 30 ° C, 35 ° C and Immersion times: 150 min, 180 min, 210 min respectively, reaching a final humidity of 22 percent.

The optimum parameters for Osmo dehydration of Aguaymanto in solutions of honey of Bee is using 50% of soluble solids at 35 ° C that in a period of 150 minutes reaches its balance, reason why it is possible to prolong the life of Aguaymanto by more of 30 days by the use of direct osmohydration without altering its shape or texture. The characteristics of sensorial quality that showed the products were of acceptable and of preference on the products traditionally offered in the market.

The research carried out in the valley of Callejón de Huaylas in the provinces of Yungay and Carhuaz with peaches of the peach variety, sought other forms of transformation in the line of dehydrated products, using new technologies that allow energy saving as well

as maintenance of its nutritional qualities, functional organoleptic as is the dehydration in refracting window.

The work used peaches of discarding taking advantage of its pulp usable arriving at the following conclusions arriving at the conclusions; the parameters of dehydration of the peach through the use of refractory window without using temperatures higher than 60 ° C report the following values: Mo: Initial solids moisture: 5,214 (mg H₂O / mg ss) - Rc: Constant drying rate (Mg H₂O) / (mm² x min) - Mc: Critical Humidity: 2.23 mg H₂O / mg ss - Me: Equilibrium Humidity: 0.85 mg / mg ss. Values of the dehydration kinetics obtaining a drying rate of 0.011 (mg H₂O) / (mm² x min), to maintain its characteristics, technological, nutritional, functional and sensorial.

The optimum parameters for dewatering in a refractory window were 60 degrees Celsius in a time of 4 hours, the dimensions of the solid for dehydration through the refracting window were 40 mm long, 15 mm wide and 3 mm thick.

The drying curves in the graph allowed to have a dehydrated peach of intermediate humidity with 40.43 percent of humidity, 59.57 percent of dry matter, 57.36 percent of sugar, acidity of 0.68 percent of malic acid, 2.47 percent of reducing sugars and a lower microbial load of 1.32 CFU / g. Discarding peaches were used without commercial value in quantities of 2 kilograms, 8 percent of 25 kilograms representing on average 36 units that dehydrated has a great commercial value.

Key words: Osmo dehydration; Ozonized water.

INTRODUCCIÓN

La industrialización, el procesamiento del melocotón y la generación del valor agregado tienen efectos importantes, no sólo como la mejoría de la economía del agricultor, sino en general también tiene una profunda consecuencia en elevar la calidad de vida en general de todos los habitantes de la zona y además de la generación de empleo y puestos de trabajo, que contribuyen con la generación de ingresos al gobierno local y Regional a través de los tributos.

La investigación se plantea debido a que en el callejón de Huaylas el productor de durazno pueda usar las frutas de descarte que tiene una pérdida significativa y esto va permitir generar un nuevo proceso de transformación tecnológica con ahorro de energía generar un producto de propiedades

tecnológicas, nutricionales, funcionales y sensorialmente nuevos en comparación con la deshidratación convencional con aire caliente.

El uso de la infraestructura de la Universidad y en especial de la facultad de Ingeniería de Industria Alimentarias que posee el equipo y los laboratorios para poder realizar la investigación y aprovechar para generar un paquete tecnológico y poder realizar una correcta transferencia de tecnología que siempre reclaman la población del área de influencia de la universidad.

El desarrollo de nuevas tecnologías con carácter científico tecnológico que recogen modelos de producción con variables cuantificables sobre

las respuestas de la operación unitaria de deshidratación en el sistema de venta refractiva a diferencia de la deshidratación clásica por aire caliente, este trabajo permitió determinar los parámetros de deshidratación del durazno de descarte mediante el uso de ventana refractante sin usar temperaturas mayores de 60°C para mantener sus características, tecnológica, nutricional, funcional y sensorialmente, y así permitió determinar los parámetros de temperatura, tiempo, dimensiones del sólido para la deshidratación mediante la ventana refractante, obteniendo las curvas de secado y las características de calidad del durazno de descarte en la deshidratación de ventana refractante.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en la UNASAM - FIIA en los laboratorios especializados de la Facultad de Ingeniería

de Industrias Alimentarias y en el laboratorio de Microbiología de Alimentos; en el periodo de producción de esta materia prima en los meses de mayo a octubre y en el año 2016.

Materia prima: Duraznos de variedad blanquillo de descarte provenientes del Callejón de Huaylas.

Insumos: Agua ozonificada, agua tratada, soluciones de soda 5 % ácido cítrico a pH 3,5, empaque para frutas, medios de cultivos para análisis microbiológico. Análisis: Humedad, sólidos solubles, pH. (Método AOAC), textura, acidez titulable, recuento de mesófilos aerobios viables, coliformes fecales y Staphylococcus aureus.

Diseño de la investigación: Los pasos que se siguieron para el estudio se reportan en el diagrama:

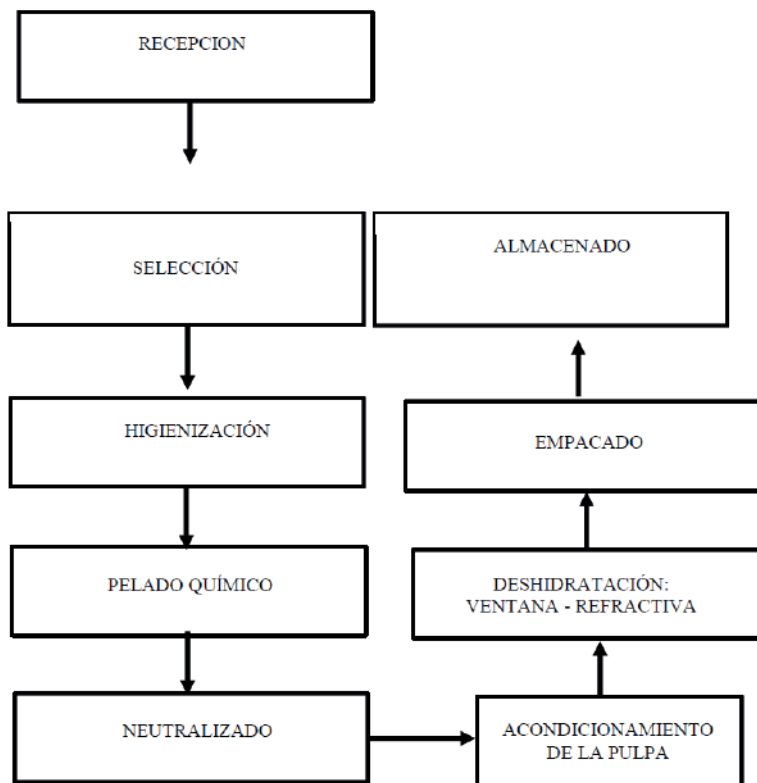


Figura 1. Diagrama de flujo de la Deshidratación por Ventana refractante

Procedimientos de deshidratación por ventana refractiva.

Diseño de la investigación

La investigación se va realizó en cuatro etapas las que se indican seguidamente:

a. Etapa I : Sea realizó la caracterización de los duraznos de descarte provenientes del Callejón de Huaylas de la comunidad de Miski de Carhuaz mediante los siguientes análisis:

- Análisis químico proximal.
- Humedad: Según el método acreditado por la A.O.A.C. (1984).
- Fibra: Según el método acreditado por

- Pearson (1976).
- Cenizas: Según el método acreditado por la A.O.A.C. (1984).
- Análisis Fisicoquímicos.
- Grados Brix: Según el método acreditado por la A.O.A.C. (1987).
- Determinación de la acidez titulable: Según el método acreditado por la A.O.A.C. (1984).
- pH: Según el método acreditado por la A.O.A.C. (1984).
- Determinación del índice de madurez: Según el método acreditado por la A.O.A.C. (1984).



Figura 2. Plantaciones de durazno Miski en Carhuaz donde se obtuvieron los frutos de durazno.

b.Etapa II: Preparación del durazno para la deshidratación por ventana refractiva. Los duraznos se manipularon siguiendo las operaciones siguientes:

- Recepción: Se recepcionarán durazno de descarte proveniente del Callejón de Huaylas de la zona de Miski de Carhuaz.
- Selección: Se seleccionaran los duraznos de descarte los parcialmente sanos eliminándose los deteriorados.
- Higienización: Se lavaron y se desinfectaron con agua ozonificada en una concentración de 15 ppm según lo recomendado por Quispe Angel (2012).
- Medidas Biométricas: Se realizaron las medidas biométricas según la biometría para solidos esféricos evaluando sus diámetros ecuatoriales para obtener los rendimientos de las pulpas.
- Pelado Químico: Se realizó con

- hidróxido de sodio al 2 % y 85°C según lo recomendado por Quispe Angel (2012).
 - Neutralizado: Se neutralizaron los duraznos pelados con agua acidulada con ácido cítrico a un pH de 3.5.
 - Almacenado: Se almacenaron en agua acidulada a pH 3.5 y 5° C para su posterior deshidratado.
- c.Etapa III:** Deshidratación de las pulpas de duraznos por ventana refractaria.
- Acondicionamiento de la pulpas: Las pulpas se acondicionaron en función de las condiciones del equipo de la ventana refractiva con las dimensiones de: largo - ancho - espesor.
 - Deshidratación : Se cargaron lotes de 2 kilogramos con los tratamientos de 50°C y 60°C para la obtención de:
 - Tiempo de secado
 - Curvas de secado
 - Rendimiento



Figura 3. Equipo de deshidratación por ventana refractiva.

- d.Etapa IV:** Características de calidad de la pulpa deshidratada por ventana refractiva. Se determinaron las características de calidad mediante las pruebas siguientes:
- Calidad Nutricional: Mediante la composición proximal de la pulpa de durazno deshidratado.
 - Calidad Funcional: Mediante el contenido de fibra.
 - Calidad Sensorial: Mediante las pruebas de aceptación con un panel seleccionado con pruebas hedónicas de nueve puntos.
 - Calidad Microbiológica: UFC de gérmenes viables - Hongos y Levaduras

Seguidamente se reportan los resultados y graficas de la caracterización de los duraznos usados en la investigación.

Medidas Biométricas del durazno

Los frutos se caracterizaron por un amplio rango de pesos promedios que varió de 56.4 a 126.4 g como se muestra en la figura siguiente; permitió predecir las siguientes cinco categorías de calidad de interés comercial: (extra: > 126,4 g), I (126,4-106,4 g), II (106,4-86,4 g), III (86,4 -66,4 g) y IV (< 66,4 g), esta última categoría, designada como "pequeños", es la menos comercial y los productores la utilizan para preparar dulces artesanales; como se muestra en la figura 4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los duraznos a deshidratar

TABLA 1: Medidas Biométricas del durazno procedente del Carhuaz del área de Miski

Característica física	Media	Rango
Peso (gramos)	87.920	56.4 ----- 126.4
Área (cm ²)	35.790	20.0 ---- 38.0
Diámetro ecuatorial (cm)	6.763	5.2 ----- 7.60
Volumen (cm ³)	78.65	54.20 ---- 118.20

Los reportes de la tabla 3 coinciden con lo manifestado por García, (2006), para su clasificación internacional en las categorías ya indicadas, estas

consideraciones indican que el durazno del callejón de Huaylas tiene la aptitud para su comercialización como fruta fresca y procesadas.



Figura 4. Categorías de calidad de interés comercial

Los datos biométricos obtenidos permitieron tomar decisiones del modelo

físico que se usó en la deshidratación por Ventana refractante.



Figura 5. Muestras de duraznos para las mediciones biométricas

3.1.2. Características Físicoquímicas

Las principales características físicoquímicas de una muestra de 12 duraznos se reportan en el cuadro siguiente.

Los valores establecidos en la tabla 4 se encuentran dentro de los márgenes estándares como lo indica por Gutierrez et al, (2008) que se refuerzan con sus descriptores estadísticos que seguidamente se indican.

La tabla 2 reportan los valores máximos y mínimos del contenido del agua, así como su promedio y mediana, estos valores son importante para establecer las condiciones de deshidratación por ventana refractante ya que el agua representa el agua libre disponible en la fruta que van a favorecer los factores de deterioro y los procesos de transferencia de masa como lo indica Gutierrez y Auris, (2008).

TABLA 2: Características físicoquímicas del promedio de una muestra de 12 unidades de durazno.

Propiedad	Media	Rango
Agua (%)	86.01	89-82
Materia seca (%)	13.99	11.00 18.00
Sólidos solubles (°Brix)	13.48	10.00 13.9
Acidez titulable (%)*	0.42	0.40 0.45
pH	4.1	3.50 4.6
Índice de madures**	32.09	22.22 34.06

*Expresado en ácido málico --- ** Relación entre Solidos solubles/Acidez titulable

3.1.3. Preparación del durazno para la deshidratación por ventana refractiva

a. Recepción de duraznos por descarte

De acuerdo a los sistemas de clasificación establecido en los sistemas de clasificación comercial cinco categorías de calidad de interés comercial: (extra: > 126,4 g), I (126,4-

106,4 g), II (106,4-86,4 g), III (86,4 -66,4 g) y IV (< 66,4 g), esta última categoría, designada como "pequeños", sin embargo en muestras tomadas de 25 kilogramos de duraznos que equivalen a 285 unidades en peso promedio de 87.92 gramos se obtuvieron el siguiente perfil de clasificación.

TABLA 3: Perfil de clasificación para la obtención de duraznos por descarte de 25 Kilogramos.

Categoría	Peso (kg)	Porcentaje	Numero de frutos
Extra	2	8.0	10
I	4.5	18	32
II	5	20	58
III	5.5	22	69
IV	6.0	24	80
Descartes	2.0	8	36
Total	25.0	100	285

Los resultados presentados en la tabla 5 coinciden con lo manifestado por García, (2006), para su clasificación nacional se debe reportar que las pérdidas por el mal manejo de las condiciones de post cosecha tienen un rango de 8 a 12 por ciento sobre los 25 kilogramos las figuras siguientes muestran los duraznos de descarte que se manejaron para su acondicionamiento en la deshidratación por ventana refractante.

Los duraznos seleccionados indicados a la figura 7 no tienen valor comercial sin embargo tiene porciones de pulpa que se pueden usar para la deshidratación mediante un manejo de selección de pulpa que facilita su deshidratación especialmente para el uso de ventana refractante por la disposición de sus medidas biométricas y la forma que estas frutas se pueden manejar en su conservación.



Figura 6. Selección de duraznos de descarte para su acondicionamiento en la deshidratación de ventana refractante



Figura 7. Duraznos de descarte seleccionados para su acondicionamiento en la deshidratación de ventana refractante.

3.1.4. Resultados del acondicionamiento de los duraznos de descarte para su deshidratación.

a.Higienización: Se lavaron y se desinfectaron con agua ozonificada

en una concentración de 15 ppm esto permitió obtener una fruta lavada y desinfectada para la siguiente operación la figura siguiente muestra la fruta higienizada.



Figura 8. Duraznos de descarte higienizados para su acondicionamiento en la deshidratación de ventana

Pelado Químico: Se realizó con hidróxido de sodio al 2 % y 85°C logrando un pelado uniforme por la disolución de la hemi

celulosa y celulosa del exocarpio de la fruta de descarte como se indica en la figura siguiente



Figura 9. Duraznos de descarte en el pelado químico

b. Neutralizado: Se neutralizaron los duraznos pelados con agua acidulada con ácido cítrico a un pH de 3.5 para eliminar el exceso de soda y evitar la oxidación enzimática de la

peroxidasa (blanqueado) la figura 10 muestra las frutas peladas y neutralizadas para evitar su pardeamiento enzimático como lo recomienda Quispe (2012).



Figura 10. Duraznos de descarte neutralizados y blanqueados.

c. Medidas Biométricas: Se realizaron las medidas biométricas según la biometría para sólidos esféricos evaluando sus diámetros ecuatoriales para obtener los rendimientos de las pulpas de forma de cuña que va facilitar la deshidratación como se indica en la figura siguiente.



Figura 11. Duraznos de descarte cortados para su deshidratación

TABLA 4: Medidas biométricas de duraznos de descarte en porciones

Muestra	Peso inicial (m gramos)	Espesor (mm)	Largo (cm)	Ancho (cm)
A	2 000	3	4	1.5
B	2000	3	3.8	1.4
C	2000	3	4	1.5
D	2000	3	4	1.5
E	2000	3	4	1.5

La tabla 4, muestra la biometría de las porciones de los duraznos de descarte usados para la deshidratación refractaria estos valores son de gran importancia por a partir de ellos se van obtener las curvas de secado la manipulación y los datos se tomaron con el pie de rey para su uniformidad como se observó en la figura 11.

d. Almacenado: Se almacenaron en agua acidulada a pH 3.5 y 5° C para su posterior deshidratado como lo recomienda Quispe (2012), la figura 12 muestra el proceso de conservación de las porciones de duraznos de descarte en su conservación para su posterior deshidratación.



Figura 12. Duraznos de descarte cortados para su almacenamiento y su post

3.2.1. Deshidratación: Se cargaron lotes de 2 kilogramos con los tratamientos de 50°C y 60°C.

a. Calibración del deshidratador

El deshidratador por ventana refractiva se calibró en las condiciones siguientes:

Se empleó un secador de Ventana de Refractancia

La velocidad de la banda fue 4,16×10⁻⁵ m/s. para un ciclaje de 17 Hz.

Las especificaciones generales del equipo son:

- Tensión de entrada general: 115 VAC 60 Hz.
- Tensión de entrada resistencia 220 VAC 50/60Hz (opcional).

- Requerimiento de corriente máxima: 20-30 Amperios
- Temperatura máxima de líquido: 90°C, la bomba recircula el agua a un caudal de 2.74 L/min.
- Peso máximo sobre la banda: 8 gr/cm² (max. 1kg).
- Capacidad de líquido por tanque: 16000 cm³.
- Fluidos peligrosos para el equipo: cualquier tipo de ácido o líquido que corroa el acero inoxidable o el acero al carbón.

Las temperaturas de deshidratación que se emplearon fueron de 50°C y 60°C En la figura 13 se indica las características del secador de ventana refractiva.



Figura 13. Características del secador de ventana refractiva usado para la deshidratación.

b. Procedimiento de la cinética de deshidratación de duraznos de descarte en ventana refractiva.

Las cinéticas de secado se llevaron a cabo como se indican en la tabla 5, 6, 7, 8 y 9; en cada tratamiento se extrajeron muestras

correspondientes al tiempo de proceso y se les midió el contenido de humedad, y se realizaron los cálculos de:

- Tiempo de secado
- Curvas de secado
- Rendimiento

TABLA 5: Resultados del tratamiento A de deshidratación en ventana refractaria

Muestra	Peso inicial (m gramos)	Espesor (mm)	Tiempo (minutos)	Variación del peso (m gramos)
A	2 000	3	0	2 000
			15	1 480
			30	1 170
			45	960
			60	850
			75	760
			90	660
			105	610
			120	560
			135	540
			150	520
			165	500
			180	500
			195	490
			210	480
			225	480
			240	470

TABLA 6: Resultados del tratamiento B de deshidratación en ventana refractaria

Muestra	Peso inicial (m gramos)	Espesor (mm)	Tiempo (minutos)	Variación del peso (m gramos)
B	2000	4	0	2000
			15	1290
			30	1050
			45	840
			60	770
			75	650
			90	580
			105	530
			120	500
			135	480
			150	460
			165	450
			180	450
			195	450
			210	450
			225	440
			240	440

TABLA 7: Resultados del tratamiento C de deshidratación en ventana

Muestra	Peso inicial (m gramos)	Espesor (mm)	Tiempo (minutos)	Variación del peso (m gramos)
C	2000	4	0	2000
			15	1730
			30	1380
			45	1140
			60	1010
			75	960
			90	780
			105	720
			120	650
			135	620
			150	600
			165	580
			180	580
			195	570
			210	570
			225	570
			240	560

TABLA 8: Resultados del tratamiento D de deshidratación en ventana refractaria

Muestra	Peso inicial (m gramos)	Espesor (mm)	Tiempo (minutos)	Variación del peso (m gramos)
-D	2 000	4	0	2 000
			15	1450
			30	1160
			45	950
			60	820
			75	740
			90	650
			105	600
			120	550
			135	530
			150	510
			165	490
			180	490
			195	480
			210	480
			225	480
			240	470

TABLA 9: Resultados del tratamiento E de deshidratación en ventana refractaria

Muestra	Peso inicial (m gramos)	Espesor (mm)	Tiempo (minutos)	Variación del peso (m gramos)
E	2 000	4	0	2 000
			15	1870
			30	1580
			45	1350
			60	1210
			75	1110
			90	990
			105	991
			120	840
			135	780
			150	740
			165	690
			180	670
			195	640
			210	620
			225	620
			240	600

c.Resultados de tiempo de sacado

Con los resultados de las tablas anteriores se construyeron las gráficas para los tiempos de secado como se indican en las figuras siguientes.

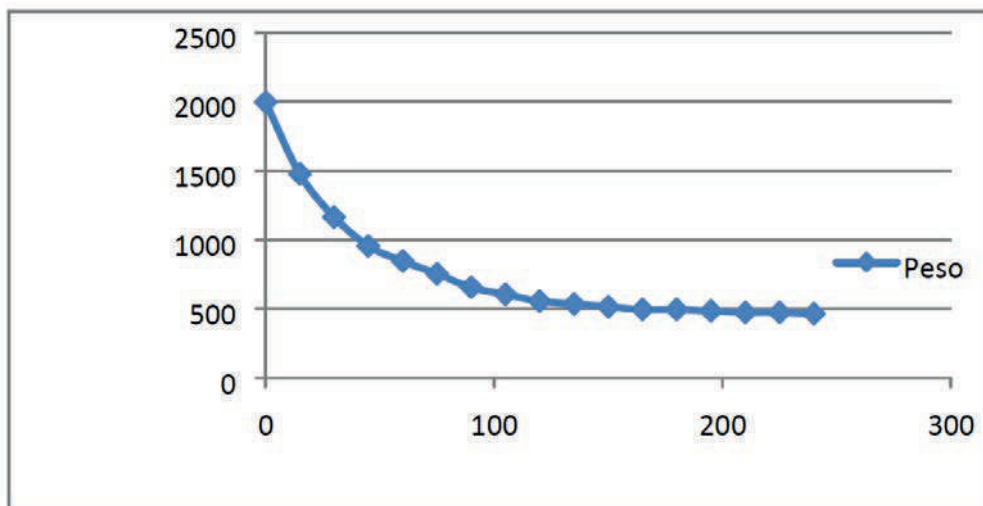


Figura 14.Resultados de la pérdida de peso del tratamiento A en la deshidratación en ventana refractaria

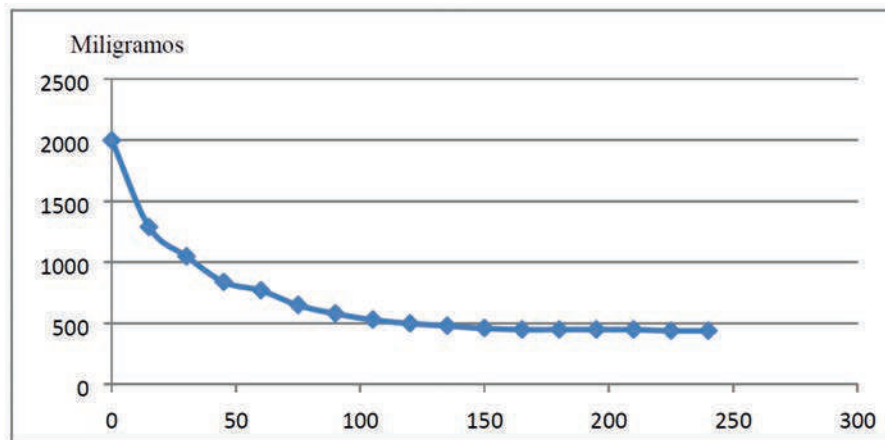


Figura 15. Resultados de la pérdida de peso del tratamiento B en la deshidratación en ventana refractaria

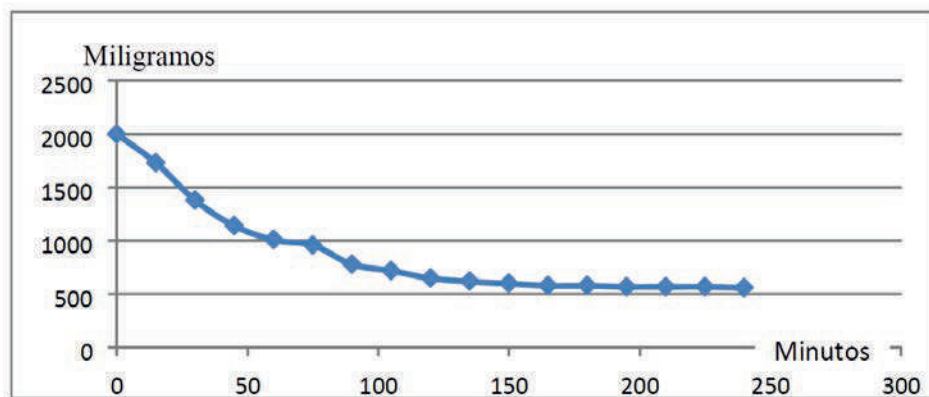


Figura 16. Resultados de la pérdida de peso del tratamiento C en la deshidratación en ventana refractaria

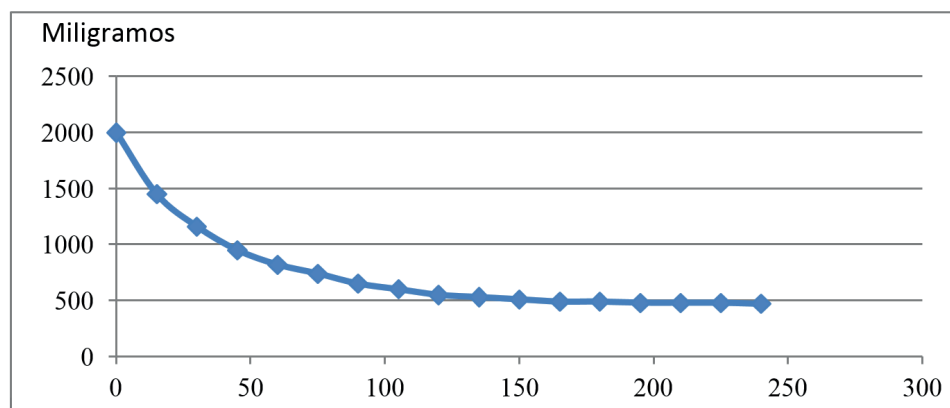


Figura 17. Resultados de la pérdida de peso del tratamiento D en la deshidratación en ventana refractaria

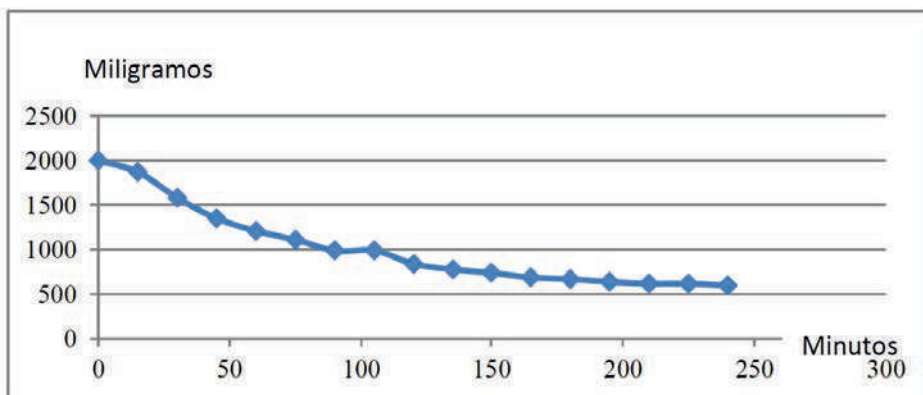


Figura 18. Resultados de la pérdida de peso del tratamiento E en la deshidratación en ventana refractaria

Las pérdidas de peso mostrados en el comportamiento de duraznos de descarte en ventana refractiva tienen una variación constante como se muestra en cada figura presentada obteniéndose un los duraznos de descarte deshidratados con una humedad promedio de 40.43 % calificado con un producto deshidratado de humedad intermedia con 59.57 % de materia seca con

57.36 % de azúcar y 2.21 % de fibra como lo indica Viveros (2009).

d. Resultados de la curva de deshidratación

Los resultados de los reportes de la curva de deshidratación se ha tomado de la muestra y tratamiento A por ser la que tiene el mejor comportamiento en la deshidratación de sistema refractario en las figuras siguientes se indica la carga de los tratamiento en el deshidratador.



Figura 19. Carga de los Procedimientos de la cinética de deshidratación de duraznos de descarte en ventana refractiva

TABLA 10: Reporte para el cálculo de la cinética de la curve de secado

Peso (mg)	Tiempo (min)	dt (min)	Ms (mg H ₂ O/mg s.s)	Ms prom (mg H ₂ O/mg s.s)	d(Ms) (mg H ₂ O/mg s.s)	R (mg H ₂ O/ mm ² .min)
2000	0	-	6,143	-	-	-
1480	15	15	4,286	5,214	1,857	0,058
1170	30	15	3,179	3,733	1,107	0,035
960	45	15	2,429	2,804	0,75	0,023
850	60	15	2,036	2,233	0,393	0,012
760	75	15	1,714	1,875	0,322	0,01
660	90	15	1,357	1,536	0,357	0,011
610	105	15	1,179	1,268	0,178	0,006
560	120	15	1	1,089	0,179	0,006
540	135	15	0,929	0,965	0,071	0,002
520	150	15	0,857	0,893	0,072	0,002
500	165	15	0,786	0,822	0,071	0,002
500	180	15	0,786	0,786	0	0
490	195	15	0,75	0,768	0,036	0,001
480	210	15	0,714	0,732	0,036	0,001
480	225	15	0,714	0,714	0	0
470	240	15	0,679	0,697	0,035	0,001

Donde:

R: Velocidad de secado (mg H₂O) / (mm² x min)

Ms: Humedad del solido (mg H₂O/mg ss)

Ms prom: Humedad de solido promedio (mg H₂O/mg ss)

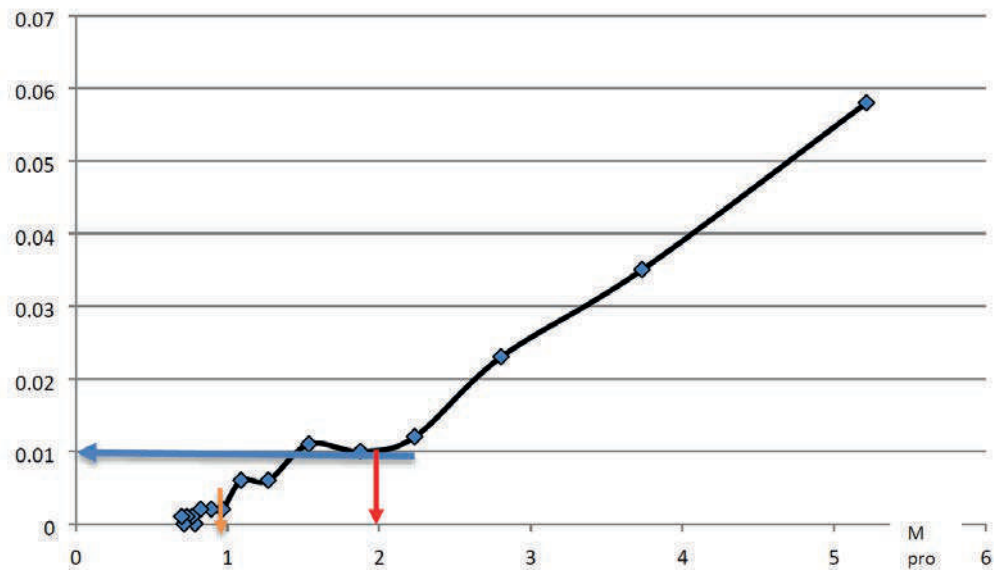


Figura 20. Curva de cinética de deshidratación de duraznos de descarte en ventana refractiva

La figura 20 permitió obtener la curva de la velocidad donde se obtiene los valores del proceso de deshidratación siendo sus valores los siguientes:

Mo: Humedad de solido inicial: 5.214 (mg H₂O/mg ss)

Rc: Velocidad de secado constante: 0.011 (mg H₂O) / (mm² x min)

Mc: Humedad Crítica: 2.23 mg H₂O/mg ss

Me: Humedad de Equilibrio: 0.85 mg / mg ss

Valores de la cinética de deshidratación obteniéndose una velocidad de secado de 0.011 (mg H₂O) / (mm² x min), coincidente con las velocidades en ventana refractiva como lo indican Viveros (2009), Salamanca et al (2012), Mosquera (2012), Morales (2013) para un tiempo

de 240 minutos (4 horas) con un gasto de energía de 4 400 Watts

e. Resultados del rendimiento de deshidratación de duraznos de descarte en ventana refractiva

En función a los balances de materiales para procesos estables de los tratamientos y muestras A, B, C, D, y E, presentaron un rendimiento promedio de 23.5% con las características siguientes con una humedad promedio de 40.43 % calificado con un producto deshidratado de humedad intermedia con 59.57 % de materia seca con 57.36 % de azúcar y 2.21 % de fibra como frutas deshidratadas con ventana refractiva como lo reporta Morales (2013).



Figura 21. Bandeja de duraznos de descarte deshidratados en ventana refractiva

3.3. Resultados de las características de calidad de la pulpa deshidratada por ventana refractiva.

Los resultados de las características de calidad de la pulpa deshidratada por ventana refractiva se indican en la tabla siguiente.

TABLA 11: Características de calidad de la pulpa deshidratada por ventana refractiva

Propiedad	Media
Agua (%)	40.43
Materia seca (%)	59.57
Sólidos solubles (°Brix)	57.33
Acidez titulable (%)*	0.68
pH	3.5
Azúcares reductores (%)	2.47
Carga microbiana	> 1.32 UFC/g

*Expresado en ácido málico

Los valores encontrados cumplen con lo indicado en la norma técnica nacional e internacional para productos deshidratados

de humedad intermedia como lo indica Minsa – Digesa (2003), INDECOPI (1986).



Figura 22. Duraznos de descarte deshidratados empacados al vacío

3.4. Resultado de la Contrastación de hipótesis.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de las medias de las velocidades

de las curvas de deshidratación de los tratamientos en deshidratado en ventana refractiva y en secador de bandejas con aire caliente como se indica en la figura 23

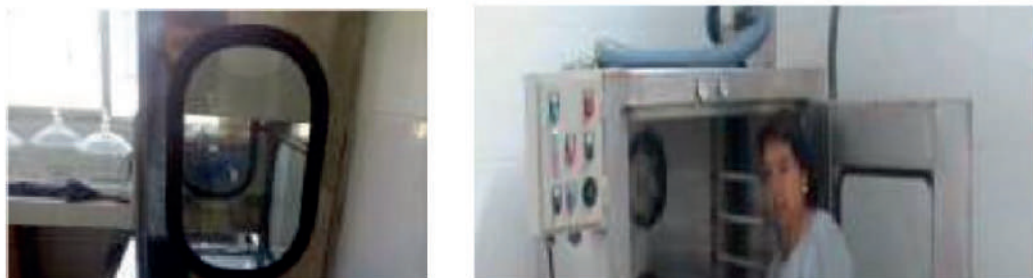


Figura 23. Deshidratador de ventana refractiva y secador de bandejas con aire caliente.

TABLA 12: Velocidades de las cinéticas de deshidratado en deshidratador de ventana refractiva y secador de bandeja con aire caliente.

Velocidad de deshidratación en ventana refractante (mg H ₂ O) / (mm ² x min) – tiempo de secado 4 horas	Velocidad de deshidratación secador de bandeja con aire caliente (mg H ₂ O) / (mm ² x min) – tiempo de secado 7 horas
0.011	3.02
0.013	3.01
0.012	3.12
0.014	3.22
0.015	3.35
0.010	3.42

a. Constratación de hipótesis.

Ho: La curva de deshidratación por método de ventana refractiva es igual a la curva de secado por el método de la deshidratación convencional con aire caliente.

H1: La curva de deshidratación por método de ventana refractiva no es igual a la curva de secado por el método de la deshidratación convencional con aire caliente.

b. Comparación de Medias

Prueba t para comparar medias Hipótesis nula: $media1 = media2$

Hipótesis Alternativa: $media1 \neq media2$

Suponiendo varianzas iguales: $t = 45.6078$
valor-P = 0

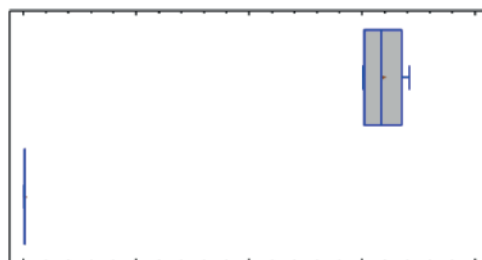
Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$, lo indica Calzada Benza (1970).

En la prueba-t para comparar las medias de las dos muestras se permite construir los intervalos, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias.

De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 3.02227 hasta 3.33273. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%.

También puede usarse una prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0.0 versus la hipótesis alternativa de que la diferencia no es igual a 0.0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0.05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna, esta constratación se puede observar en la gráfica de caja y bigotes mostrada en la figura siguiente.

**Gráfico Caja y
Velocidad de
secado en
bandeja**



Bigotes

Velocidad de secado en ventana

0 1 2 3 4

Figura 24. Grafica de caja y bigotes del deshidratador de ventana refractiva y secador de bandejas con aire caliente.

IV. CONCLUSIONES

Al término de la investigación mediante las consideraciones del estudio demostrados empíricamente se concluye:

- Los parámetros de deshidratación del durazno mediante el uso de ventana refractante sin usar temperaturas mayores de 60°C son las siguientes : Mo: Humedad de sólido inicial: 5.214 (mg H₂O/ mg ss) - Rc: Velocidad de secado constante: 0.011 (mg H₂O) / (mm² x min)- Mc: Humedad Crítica: 2.23 mg H₂O/mg ss - Me: Humedad de Equilibrio: 0.85 mg / mg ss
- Valores de la cinética de deshidratación obteniéndose una velocidad de secado de 0.011 (mg H₂O) / (mm² x min), para mantener sus características, tecnológica, nutricional, funcional y sensorialmente.
- Los parámetros óptimos para la deshidratación en ventana refractante fueron temperatura de 60 grados Celsius en un tiempo de 4 horas, las dimensiones del sólido para la deshidratación mediante la ventana refractante son de largo 40 mm, ancho 15 mm y 3mm de espesor.
- Las curvas de secado en su gráfica permitieron tener un durazno deshidratado de humedad intermedia con 40.43 por ciento de humedad, 59.57 por ciento de materia seca, 57.36 por ciento de azúcar, acidez de 0.68 % de ácido málico, 2.47 por ciento de azúcares reductores y una carga microbiana menor de 1.32 UFC/g.
- Se aprovecharon los duraznos de descarte sin valor comercial en

cantidades de 2 Kilogramos, 8 por ciento de 25 kilogramos que representa en promedio 36 unidades que deshidratadas tiene un gran valor comercial.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abonyi, BI, TANG, J. Y EDWARDS, CG (1999) Evaluación de la eficiencia energética y la conservación de la calidad para el refractance ventana del sistema de secado TM. [Informe de Investigación]. Pullman, Washington DC: U S. Washington StateUniversity.

ABONYI, B., TANG, J., and EDWARDS, C.G.(1999) Evaluation of energy efficiency and quality retention for the Refractance Window™ drying system. Research Report, Washington State University, Pullman WA. Department of Biological Systems Engineering, Department of Food Science and Human Nutrition.

Abonyi, BI., FENG, H., TANG, J., EDWARDS, CG y masticar BP, et al .(2002). La retención de la Calidad en la fresa y zanahorias purés seca con refractante sistema de TM ventana. J Food Sci, 67 (3), 1051-1056.

Agenda Agraria rural (2015). Informe del Consejo Directivo Regional de Ancash. Huaraz. Perú.

Alvarón J., Orellano R., y Maldonado R. (2010). Cultivo de Melocotonero. Manual práctico para productores. Caritas - Antamina, Huaraz.

Association of Analytical Chemists (AOAC). (1984) Official Methods of Analysis of AOAC International. USA. Washinton. D.C.

Association of Analytical Chemists (AOAC). (1987) Official Methods of Analysis of AOAC International. USA. Washinton. D.C.

- Baraona, M. y Sancho, E. (1992). Manzana, Melocotón, Fresa Y Mora. Fruticultura Especial 6. San José. Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Castillo, B; Flores, D; Llanos, A; Paredes, G; Toledo, L. (2012). Cultivo de Melocotonero: Guía Técnica. Perú. Swisscontact Perú.
- Composición de Alimentos Peruanos. (2014). Valores nutricionales de los alimentos peruanos. Ministerio de Salud del Perú. Lima. Perú.
- Calzada Benza (1970). Métodos estadísticos. UNA La Molina. Lima Perú,
- CLARKE, P. REFRACTANCE WINDOW TM - "DOWN UNDER". Drying (2004) – Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS). 2004, Vol. B, pp. 813-820. Disponible en: <<http://www.feq.unicamp.br/~ids2004/volB/pp%20813-820.pdf>>. [Consultado Mayo 2016].
- Chuquilín Goicochea Roberto Carlos (2012). Tecnología de ventanas refractantes. Editorial Mundi Prensa. México.
- Do Pont (2009). Drying with refractance Window system technique for tropical puree of Fruit. International conference of food innovation. Book of abstract. Universidad Politecnica de Valencia. Spain. Pp.188.
- Gamboa diego, Deiner Ibáñez, Marcela Meléndez, Edgar Paredes, Raúl Siche. (2014). Secado de lúcuma (*Pouteria obovata*) empleando la técnica de Ventana Refractante. Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Hernández Cristian. (2014). Secado y Deshidratación: TECNICA DE VENTANA DE FRACTANCIA PARA SECADO DE FRUTAS. Editorial Mundi Prensa. México.
- INDECOPI. 1986. Norma N.T.P. 203.105, Lima, Perú. INFOAGRO, (2011). El cultivo del melocotón, primera parte. Extraído de: http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melocoton.htm. [Consulta junio 2016].
- Jaramillo, G. (2014). Preservación De Jugo De Durazno Mediante la Aplicación De Ozono. Efecto Sobre La Calidad y La Actividad Enzimática. Universidad de Buenos Aires.
- Mendoza, J. (1989). Elaboración de un bebida alcohólica fermentada a partir de durazno *Prunus persica* batch cultivar "Blanquillo" utilizando la levadura la levadura *Sacch. Cerevisiae* var. *Ellipsoideus* tipo Montrachet [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- MINSA – DIGESA. 2003. Norma sanitaria que establece los criterios Microbiológicos de la calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Ministerio de salud. Lima Perú.
- Morales Pérez Jesús. (2013). Deshidratación de frutas y hortalizas por ventana refractiva. Edición: © 2014 - ReCiTeIA. ISSN 2027-6850. Cali – Valle – Colombia.
- Mosquera Esmeralda, Pedro Alexander Martínez Gutiérrez Mónica Patricia Osorio Tangarife (2012). Secado por ventana refractiva. Universidad del Tolima Campus Universitario de Santa Elena parte Alta A. A. 546 Ibagué Tolima Colombia
- NINDO, C. I.; TANG, J.; y POWERS, J. R. (2006) Influence of Refractance Window® evaporación on Quality of jueces from sal

- Fruit. LWT-J. Food Science & Technology. 2006, Vol. 40, pp. 1000–1007. ISSN 0023-6438, doi:10.1016/j.lwt.2006.07.006.
- Nindo; IC., y Tang, J. (2007) Influencia de la ventana refractante evaporación en la calidad de los zumos de frutas pequeñas. Food Sci Tech, 40 (6), 1000 -1007.
- Nindo; IC., y Tang, J. (2007) Influencia de la ventana refractante evaporación en la calidad de los zumos de frutas pequeñas. Food Sci Tech, 40 (6), 1000 -1007.
- Ñ MAGAZINE, (2011), [en línea] 1600 Genessee Suite 520 - Kansas City, MO 64102. [http://www.enyemagazine.com/salud_articulos/durazno_agosto_2012.html]. [Consulta junio 2016].
- OCHOA MARTÍNEZ, CI., QUINTERO, PT., AYALA, AA. Y ORTIZ MJ (2012) Secado características de rebanadas de mango utilizando el Refractante Técnica de MT ventana. J Food Eng, 109 (1), 69-75.
- OCORO Z., María U.; AYALA A., Alfredo A. (2012). Evaluación de la técnica de ventana de refractancia en el secado de puré de papaya (Carica papaya L.). Universidad de Antioquia Medellín, Colombia.
- Pearson J. F. (1976). Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Editorial Acriba. Zaragoza. España.
- Quispe Talla Angel (2012). Efecto del Ozono de los sistemas de Higienización de frutas y hortalizas en los laboratorios especializados de la FIIA – UNASAM. Revista Aporte Santiaguino UASAM. Huaraz. Perú.
- Roberto Chuquilín, Jacinto Reyes Vitor, Frank Velásquez, Elvira Ccora1, Dyana Rosales y Miluska Llerena (2013). Harina de Loricaria sp. Procesada por Ventana Refractante para la Seguridad Alimentaria. Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Salamanca Grosso Guillermo; Pedro Alexander Martínez Gutiérrez Mónica Patricia Osorio Tangarife. (2012). Deshidratación y concentración de cremogenados de frutas tropicales mediante la técnica novedosa de ventana refractiva. Universidad del Tolima Campus Universitario de Santa Elena parte Alta A. A. 546 Ibagué Tolima Colombia.
- Viveros, J.G., (2009), Implementación de un método novedoso (Ventana de Refractancia) para reducir el tiempo de secado en alimentos sólidos. Aplicación en rodajas de naranja. Memorias VII Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos (CIBIA VII). Bogotá, Colombia.

CORRESPONDENCIA

Mag. Angel Quispe Talla.
quispetallaangel@gmail.com