



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

DESHIDRATACION DEL YACON (*Smallanthus sonchifolius*) EN RODAJAS CON AIRE CALIENTE

Presentado por:

SANDRA CAROLINA, MISARAY RAMIREZ

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. El resultado obtenido es **19 % de porcentaje de similitud** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

APROBADO OBTUVO EL 19% (MENOR AL 20% REQUERIDO)

Ica, 27 de agosto de 2021

.....
JUAN MARINO ALVA FAJARDO
DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE
ALIMENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS



**“DESHIDRATACION DEL YACON (*Smallanthus sonchifolius*) EN
RODAJAS CON AIRE CALIENTE”**

**INVESTIGACION MONOGRAFICA PARA OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS**

POR LA MODALIDAD DE SUFICIENCIA ACADEMICA

AREA DE INVESTIGACION

**DESARROLLO EN CIENCIAS PURAS, CIENCIAS DE LA TIERRA DE
INGENIERIA DE PROCESOS**

AUTOR

BACHILLER: MISARAY RAMIREZ SANDRA CAROLINA

PISCO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico esta monografía a mis padres, ya que ellos fueron quienes me motivaron a seguir siempre adelante durante estos 5 años de estudio.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento se dirige en primera instancia a Dios nuestro Señor por guiarme siempre por el camino correcto, cuidarme y protegerme siempre. A mis padres y mi familia que siempre confiaron en mí y me apoyaron en esta travesía que no fue fácil y hoy les digo que tampoco fue imposible, y a su vez doy gracias a mis maestros que siempre nos motivaron a seguir adelante con la constancia y transmitiéndonos todos sus conocimientos. Gracias de todo corazón.

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	2
1.1 Descripción del yacón	2
1.1.1. Clasificación taxonómica	2
1.1.2. Origen del yacón	4
1.1.3. Beneficios del yacón	4
1.1.4. Propiedades nutricionales del yacón	5
1.1.5. Zonas de cultivo del yacón en el Perú	6
1.2. Deshidratación de alimentos	7
1.2.1 Secado con aire caliente	8
1.2.2 Mecanismo de secado	9
CAPITULO II: PROCESAMIENTO DE LA DESHIDRATACION DEL YACON	12
3.1. Materiales y equipos	12
3.2. Descripción del proceso de secado del yacón	12
3.2.1. Recepción	13
3.2.2. Selección	13
3.2.3. Lavado y desinfección	13
3.2.4. Pelado	14
3.2.5. Trozado	14
3.2.6. Escaldado	15
3.2.7 Deshidratación con aire caliente	16
3.2.8. Empacado	16
3.2.9 Almacenamiento	17

3.3	Diagrama de flujo	18
3.4	Curvas de secado para el yacón	19
	CONCLUSIONES	22
	RECOMENDACIONES	23
	CAPITULO III: BIBLIOGRAFIA	24

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
<i>Figura 1. El yacón</i>	3
<i>Figura 2. Lavado y desinfección del yacón</i>	13
<i>Figura 3. Pelado del yacón</i>	14
<i>Figura 4. Trozado del yacón</i>	15
<i>Figura 5. Escaldado del yacón</i>	15
Figura 6. Secado del yacón	16
Figura 7. Empacado del yacón en bolsa de polietileno	17
Figura 8. Contenido de humedad vs tiempo a 70°C para el yacón	20
Figura 9 .Velocidad de secado vs tiempo a 70°C para el yacón	20

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1 Composición nutricional del yacón (100g. de raíz fresca sin cascara)	6
Tabla 2 Contenido de humedad y velocidad de secado para el yacón a 70°C	19

INTRODUCCIÓN

El yacón es una fruta originaria de los Andes y tiene una serie de atributos que lo convierten en un producto muy útil. Contiene fibra vegetal, vitamina C, antioxidantes e inulina, que son las propiedades más importantes. En los últimos años este tubérculo ha adquirido gran importancia para la industria alimentaria y medicinal, por ser una de las pocas plantas capaces de obtener cantidades industriales de inulina, para reemplazar y degradar a la sacarosa, del azúcar de mesa que es perjudicial para la salud humana y se ha vuelto muy importante para la industria farmacéutica. Diabetes, enfermedad que se considera una tragedia para la humanidad.

Los nuevos productos se enfocan en segmentos de mercado de alto valor, agregado que satisfacen necesidades específicas (consumidores más educados y exigentes), compiten en cantidad y precio, y al mismo tiempo garantizan la seguridad y la calidad para los consumidores. El desarrollo es el punto clave de mejora. La competitividad de la industria y su posición en los mercados agrícolas nacionales e internacionales. La presencia de nuevas tecnologías y herramientas de comercialización dicta las últimas tendencias en alimentos innovadores de gran valor, alta calidad y seguridad (Instituto Tecnológico Agrarios, f)

Los alimentos secados o deshidratados son los que más se utilizan en el proceso de conservación de las operaciones a realizar. Se ha utilizado desde los antepasados porque era posible obtener alimentos con una vida útil más larga. Esto lleva a que la industria del secado esté cobrando importancia en el sector alimentario (Ibarz, A y Barboza, G. 2005).

CAPITULO I: DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

1.1 Descripción del yacón

Este tubérculo es la raíz de los Andes en el género *Smallanthus* y tiene un total de 21 especies de América, que van desde el sur de México hasta los Andes de Perú y Bolivia. Sus hojas y raíces se han utilizado empíricamente en el tratamiento de trastornos digestivos, renales y diabetes. (Instituto Cultural Pachayachachiq 2028)

Debido a su alto contenido de agua, este tubérculo se divide en dos partes con diferentes componentes que son la raíz y la hoja. Su peso fresco contiene 80-90% agua, en peso seco las raíces están formadas por 90% carbohidratos, de los cuales 50-70% son fructooligosacáridos (FOS) y el resto son fructosa, glucosa y sacarosa. (Instituto Cultural Pachayachachiq 2028)

La raíz también contiene potasio, compuestos polifenólicos derivados del ácido cafeico, antioxidantes como el ácido clorogénico y triptófano, y una variedad de fitoalexinas bactericidas. El contenido de proteínas, grasas, vitaminas y minerales es muy bajo. Las hojas contienen grupos de sesquiterpenos, flavonoides, lactonas y sustancias no identificadas. (Instituto Cultural Pachayachachiku 2028)

1.1.1. Clasificación taxonómica

El yacón presenta la siguiente clasificación taxonómica

Reino : **Plantae**

División : **Magnoliophyta**

Clase : Magnoliopsida

Orden : Asteraceae

Familia : Asteroideae

Subfamilia : Asteroideae

Tribu : Millerieae

Género : *Smallanthus*

Especie : *Smallanthus. sonchifolius*

Fuente: Cronquit, A. (2010)



Figura 1. El yacon

1.1.2. Origen del yacón

Es originario de América del Sur, el yacón ha sido una importante fuente de alimento para los pueblos indígenas durante más de 1000 años. Según la leyenda local, los mensajeros usaban mucho el yacón cuando tenían que viajar durante mucho tiempo, no solo por su energía sino también por su capacidad para hidratar el cuerpo. (Tuberculos.org s, f)

El consumo de yacón se detuvo casi por completo después de la invasión española, pero recuperó popularidad como edulcorante de alimentos, especialmente en Perú y Japón.

1.1.3. Beneficios del yacón

Entre los beneficios del Yacón se encuentra una fuente de nutrientes, su consumo es ideal, se considera que tienen propiedades que pueden mejorar la diabetes, son un aliado para el control de peso y muchos otros. Dado que es originario de América del Sur, probablemente sea un alimento de consumo menos común. Pero hoy podemos consumirlo en casi cualquier país. El yacón

Es un tubérculo con muchas propiedades que aseguran la incorporación de este alimento a nuestra dieta diaria. Entre sus beneficios nutricionales, cabe destacar que es rico en agua, fibra, minerales como calcio y hierro, y aporta vitaminas y prebióticos. Su gran cualidad es que es muy baja en calorías. Por tanto, si quieres controlar o mantener tu peso, es un gran aliado para consumir. (Ramírez, E. 2014)

La raíz es nutritiva y muy beneficiosa para la salud física

- Su aporte calórico es muy bajo, (aproximadamente 63kcal en 100gr) (Ramírez, E. 2014)
- Ayuda a mejorar la salud intestinal y aumenta la motilidad
- Ideal como tratamiento natural para combatir el estreñimiento (Ramírez, E. 2014)
- Fortalece el sistema inmunológico, previniendo el desarrollo de enfermedades (Ramírez, E. 2014)

- Su riqueza en antioxidantes, ayuda prevenir el envejecimiento (Ramírez, E.2014)
- Su consumo es bueno para prevenir enfermedades cardiovasculares (Ramírez, E. 2014)
- Es un depurador natural del organismo, ayudándolo a eliminar toxinas y sustancias dañinas. (Ramírez, E. 2014)
- El aporte de prebióticos del yacón, ayuda a reducir la probabilidad de contraer infecciones de todo tipo. (Ramírez, E. 2014)
- Mejora y ayuda al crecimiento de flora intestinal (aporta bacterias saludables). (Ramírez, E. 2014)
- Ideal para cuidar la salud del colon (Ramírez, E. 2014)
- Es un endulzante natural. (Ramírez, E. 2014)

1.1.4. Propiedades nutricionales del yacón

El yacón se compone principalmente de inulina, fructooligosacáridos y agua. Esto lo convierte en un alimento muy bajo en calorías, lo que significa que la mayor parte de su azúcar no es digerida por el cuerpo humano (pasan por el sistema digestivo y no requieren conversión en calorías o glucosa extra. Da sensación de saciedad). (Tuberculous.org s, f)

Este tubérculo no es una fuente importante de minerales y vitaminas, pero ayuda al cuerpo a mejorar la absorción de estos componentes por medio de otros alimentos. Sus nutrientes más importantes son las vitaminas como fibra, vitamina A, vitamina B1, vitamina B2 y vitamina C, y minerales esenciales como calcio, hierro, potasio, magnesio y fósforo. (Lab.org s, f)

En la tabla 1 se presenta la composición nutricional del yacón

Tabla 1

Composición nutricional del yacón (100g. de raíz fresca sin cascara)

Composición	Cantidad
Energía	54 kcal
Agua	86,6 g
Proteínas	0,3 g
Grasa	0,3 g
Carbohidratos	12,5 g
Fibra	0,5 g
Ceniza	0,3 g
Calcio	23,0 mg
Fosforo	21,0 mg
Hierro	0,3 mg
Retinol (A)	12 mg
Tiamina (B2)	0,02 mg
Riboflavina(B2)	0,11 mg
Niacina (B3 o PP)	0,34 mg
Ácido Ascórbico Reducido (C)	13,1 mg

Fuente: Centro Nacional de alimentación y nutrición instituto Nacional de Salud. (2009)

1.1.5. Zonas de cultivo del yacón en Perú

En el Perú el cultivo se da en la zona alto andina 17 son los departamentos con los que se cuenta: Lima, Amazonas, Huánuco, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, San Martín, Ancash, Pasco, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Arequipa, Cuzco y Puno. (Flores, V. y Gonzales, E. 2017)

Las mejores condiciones de cultivo se crecimiento se encuentran en los estratos superiores de la región Yunga y estratos medios de la región Quechua (1 100 a 2 500 m.s.n.m.).No obstante, esta planta se adaptó rápidamente a la selva y a la costa. El Norte del Perú no soporta más de 3 000 m.s.n.m. pero llega a la ceja de Selva en los departamentos de Cajamarca, San Martín y Amazonas. Este cultivo llega hasta Lima, Trujillo y otros departamentos costeros, necesita de 1 000 Mm. de lluvia anual, no soporta heladas; pero si hay daños, se compensan con admirable capacidad de rebrote. (Flores, V. y Gonzales, E. 2017)

1.2. Deshidratación de alimentos

El proceso de deshidratación es una de las primordiales técnicas para la conservación de los alimentos en el planeta. Su aplicación tiene sus inicios en pasadas culturas en torno al mundo. La deshidratación se apoya en la supresión del agua contenida dentro del alimento, habitualmente por medios térmicos. (Flores, V. y Gonzales, E. 2017)

El proceso de secado tiene el objetivo de mantener los alimentos en una condición estable y segura, disminuyendo su actividad de agua y ampliando su historia eficaz respecto a los productos frescos que le otorgan origen (Flores, V. y Gonzales, E. 2017). La remoción de agua promovida por el proceso de deshidratación produce la pérdida de peso del alimento y el decrecimiento del volumen a utilizar por los mismos una vez que son transportados y almacenados, reduciendo tal los precios de almacenamiento y repartición (Flores, V. y Gonzales, E. 2017). Entre los procedimientos más aplicables para la deshidratación de alimentos tienen la posibilidad de mencionarse: liofilización, secado al vacío, deshidratación osmótica, secado en gabinete o bandejas, secado por lecho fluidizado, secado por lecho fijo, secado óhmico, secado por microondas, y la conjunción de ellos. (Flores, V. y Gonzales, E. 2017). Generalmente, sin integrar la liofilización y la

deshidratación osmótica, la aplicación de calor a lo largo del secado por medio de conducción, convección y radiación son las técnicas simples utilizadas para la evaporación del agua contenida en los alimentos, en lo que el aire forzado es aplicado para excitar la remoción del vapor conformado. La votación del procedimiento de secado es dependiente de diversos componentes, como por ejemplo, el tipo de producto (y su costo comercial), la disponibilidad de conjuntos para secar, precio de deshidratación, calidad final del producto desecado (Flores, V. y Gonzales, E. 2017)

1.2.1. Secado con aire caliente

El secado se define comúnmente como la eliminación del calor de los volátiles (humedad) hasta que se obtiene un producto seco (Mujumdar, 2006). Se trata de una operación única que implica el transporte simultáneo de calor y masa (Fito et al., 2001): Transferencia de energía (principalmente en forma de calor) del ambiente circundante, la superficie y la humedad interna. Transferencia de sólidos a la superficie y posterior evaporación (Mujumdar, 2006). El secado es una de las técnicas más antiguas utilizadas en la conservación de alimentos. El secado al sol de frutas, cereales, verduras, carne y pescado se ha utilizado ampliamente desde los albores de la humanidad y le da a los seres humanos la capacidad de vivir en tiempos de pobreza (Fito et al., 2001). Este es uno de los métodos de conservación de alimentos más convenientes basado en la eliminación de la humedad mediante el calor (Jangam et al., 2011). El secado también puede reducir significativamente el peso y la cantidad de alimentos deshidratados, lo que reduce significativamente el costo de transporte y almacenamiento de estos productos (Fito et al., 2001). Durante el proceso de secado, se aplica un flujo de aire y el producto se seca con las condiciones externas del producto (temperatura y velocidad del aire) y condiciones externas (difusión de líquido,

difusión de vapor de agua, capilares y contracción). En la deshidratación de alimentos sólidos, el proceso de secado está controlado por condiciones internas, y la difusión del líquido es el mecanismo que controla el proceso de secado. Este proceso puede considerarse como un método de secado adicional, ya que la difusión de líquidos es también el mecanismo de control para la deshidratación de productos sumergidos en jarabe concentrado o solución de salmuera. En este caso, el motor de humidificación realmente retiene la concentración dentro y fuera del producto, pero este proceso se denomina secado osmótico porque a menudo se tienen en cuenta las diferencias en la presión osmótica (Flores, V. y Gonzales ,E. 2017)

1.2.2. Mecanismo de secado

Es un fenómeno profundo que depende de la transferencia de calor y masa de las propiedades físicas del material, mezclas de aire, vapor de agua y de la estructura del producto.

Mediante la cinética de secado muestra la variación de la humedad del material (intensidad de evaporación) con el tiempo. Las curvas de cinética de secado dan idea el tiempo necesario de secado, del consumo de energía, mecanismo de transferencia de agua, condiciones generales de transferencia de calor y masa y los efectos de las variables del proceso, como la velocidad de secado, la temperatura de humedad de entrada y el flujo de aire, etc. Esto permite realizar un diseño o una selección más eficiente de secadores, así como de las variables de proceso (Barranzuela, A. 2014).

De acuerdo con Strumilo y Kudra (1986), Alonso, (2001), el periodo inicial de secado, o el periodo que entra en régimen operacional, la temperatura del sistema es baja y

la presión de vapor del agua en la superficie del producto es baja y, por lo tanto, la transferencia de masa y la velocidad de secado son poco perceptibles.

Con la elevación de la temperatura del producto se incrementa la presión y la velocidad de secado. Este fenómeno continuó hasta que la transferencia de calor compensa exactamente la transferencia de masa. Si la temperatura del aire es menor que el producto, este se reducirá hasta que alcance el mismo estado de equilibrio. Usualmente, en productos alimenticios, el periodo de secado inicial es muy corto y puede ser despreciado. (Barranzuela, A. 2014).

En estado estacionario, la temperatura de la superficie del producto es igual a la temperatura de bulbo húmedo del gas de secado, lo que implica una tasa constante de transferencia de calor, resultando en una velocidad de secado constante. Durante este periodo como el anterior, la cantidad de agua disponible en el producto es grande, el agua se evapora como el agua no ligada. (Barranzuela, A. 2014).

Esta etapa del producto es denominado periodo de velocidad constante y su fin está marcado por una reducción de la velocidad de secado, punto llamado como humedad crítica, donde las transferencias internas comienzan a mostrar un papel más importante. En materiales biológicos es difícil la existencia de este periodo, pues las condiciones de secado son tales que las resistencias a las transferencias de masa se encuentran esencialmente en el interior del producto. (Barranzuela, A. 2014).

Después del periodo de velocidad constante, la velocidad de secado presenta una disminución durante todo el ciclo de secado restante.

Este comportamiento indica una nueva etapa del proceso, conocido como periodo de velocidad decreciente, que puede ser dividida en dos situaciones. La denominada estado funicular, en la cual el agua presente en la matriz sólida en estado no ligado, migra hacia a superficie por la acción capilar de la matriz, la humedad es eliminada de forma continua, siendo gradualmente reducida a partir de la presencia de bolsas de aire dispersos en la fase líquida dentro de los poros, esta situación es denominada como estado pendular. (Barranzuela, A. 2014).

El final de la velocidad decreciente es marcado por el valor de la humedad de equilibrio del producto en las corrientes de aire.

CAPITULO II : PROCESAMIENTO DE LA DESHIDRATACIÓN DEL YACÓN

3.1 Materiales y equipos

Materia prima e insumos

Yacón

Ácido ascórbico

Equipos y materiales de laboratorio

Secador artificial

Balanza de precisión

Higrómetro digital

Termómetro digital

Cuchillos de acero inoxidable

Olla de acero inoxidable

Bandejas de plástico de 10 x 20 cm

Coladeras de plástico

Placas Petri

3.2. Descripción del proceso de secado del yacón

A continuación, se describe el procesamiento del secado del yacón en rodajas de 0.5 mm realizada a 70°C en secador de bandejas.

3.2.1 Recepción

El yacón como materia prima y el insumo fue adquirido del mercado de pisco.se utilizo yacón fresco.

3.2.2. Selección

En esta operación se separó todo el yacón que presento defectos tales como roturas o daños por bacterias, hongos.

3.2.3. Lavado y desinfección

Se realiza con la finalidad de eliminar todo tipo de impurezas antes que ingrese a línea de proceso, este lavado se realiza con la adición de hipoclorito de sodio, a razón de 10 ml de solución al 10% por cada 100 litros de agua.



Figura 2 . Lavado y desinfección del yacón

3.2.4. Pelado

Para el pelado se utilizan cuchillos de cocina de acero inoxidable, consiste en la remoción de la piel del yacón. Esta operación se realizó en forma manual.



Figura 3. Pelado del yacón

3.2.5. Trozado

Se corta el yacón en rodajas de 0.5 mm de espesor y se sumerge en una solución con ácido ascórbico (0.15g por cada Kg de raíces de yacón) con la finalidad de evitar el pardeamiento enzimático.

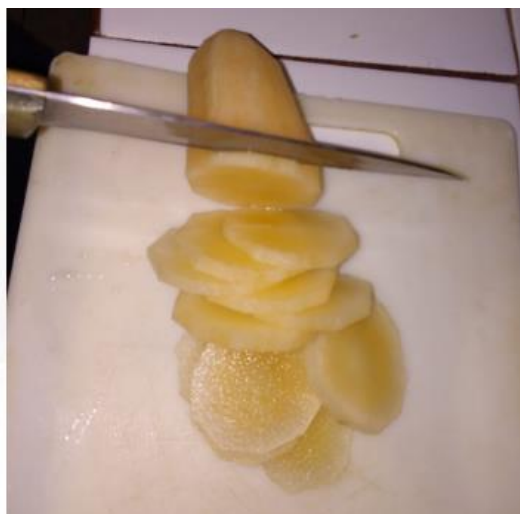


Figura 4. Trozado del yacón

3.2.6. Escaldado

Tratamiento termico en que el alimento es sometido a altas temperaturas, los trozos de yacón se colocan en una olla a una temperatura de 95°C por 5 minutos



Figura 5. escaldado del yacón

3.2.7. Deshidratación con aire caliente

Las muestras son llevadas al secador artificial de bandejas al cual previamente se le ha regulado la temperatura de procesamiento 70° C. El secado se suspendió hasta que se alcanzaron contenidos de humedad de 12 % (b.h); con productos de almacenamientos estables. El tiempo de secado fue de 7 horas.

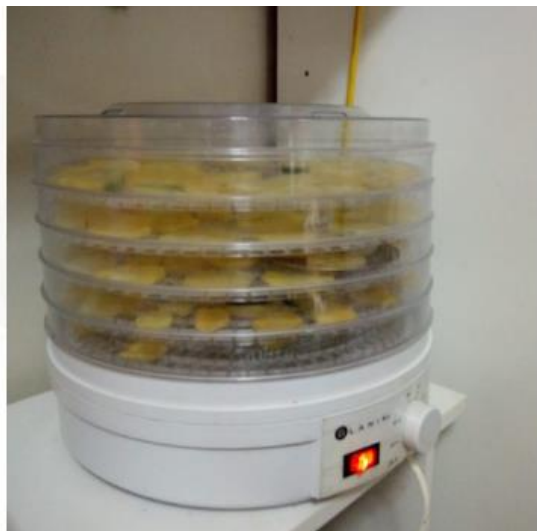


Figura 6. Secado del yacón

3.2.8. Empacado

Finalizado la operación de secado se empaca el yacón en bolsas de polietileno en presentaciones de 100 g.



Figura 7. Empacado del yacón en bolsa de polietileno

3.2.9. Almacenamiento

El producto terminado se almacenada en un lugar fresco

3.3. Diagrama de flujo



3.4 Curvas de secado para el yacón

En la tabla 2 se presenta el contenido de humedad y la velocidad de secado para el yacón deshidratado a 70°C y en las figuras 8 el contenido de humedad vs tiempo a la temperatura de 70°C y en la figura 9 la curva de velocidad de secado a 70°C

Tabla 2

Contenido de humedad y velocidad de secado para el yacón a 70°C

Tiempo (minutos)	Contenido de Humedad (g de agua/g.m.s)	Velocidad de Secado (g de agua/g.m.s.min)
0	13.286	0.0000
10	12.021	0.1265
20	10.578	0.1354
30	9.385	0.1300
40	8.383	0.1226
50	7.410	0.1175
60	6.432	0.1142
80	4.798	0.1061
100	3.581	0.0970
120	2.388	0.0908
140	1.786	0.0821
160	1.225	0.0754
180	0.843	0.0691
210	0.491	0.0609
240	0.271	0.0542
270	0.175	0.0486
300	0.133	0.0438
360	0.115	0.0366
420	0.103	0.0314

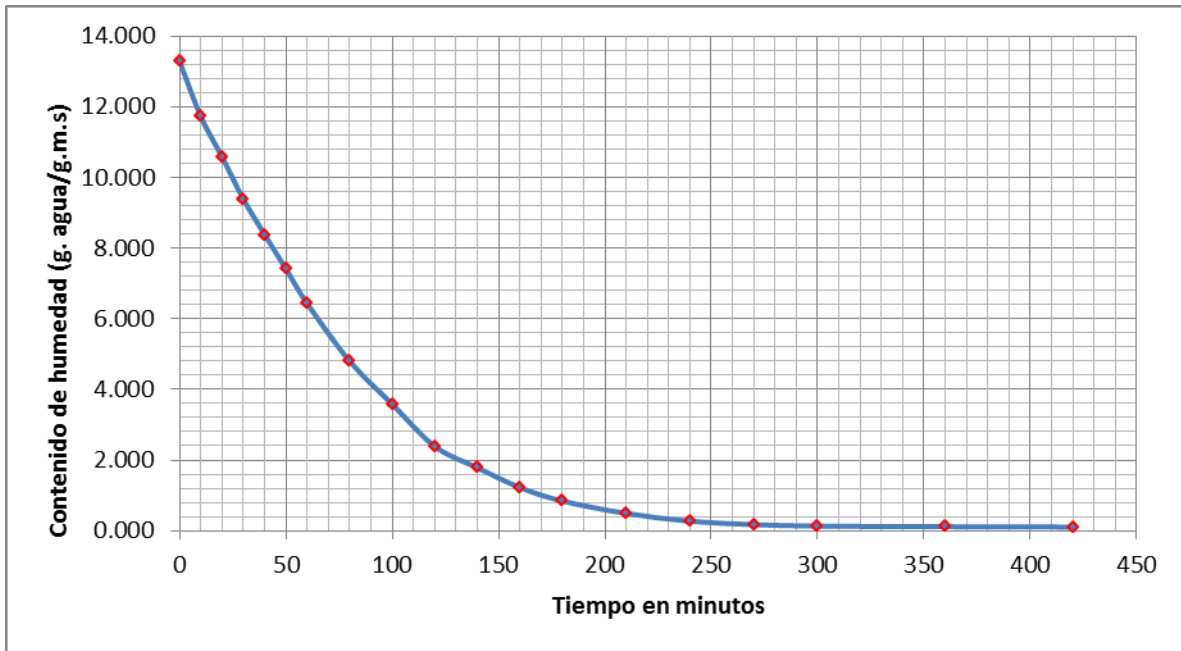


Figura 8. Contenido de humedad vs tiempo a 70°C para el yacón

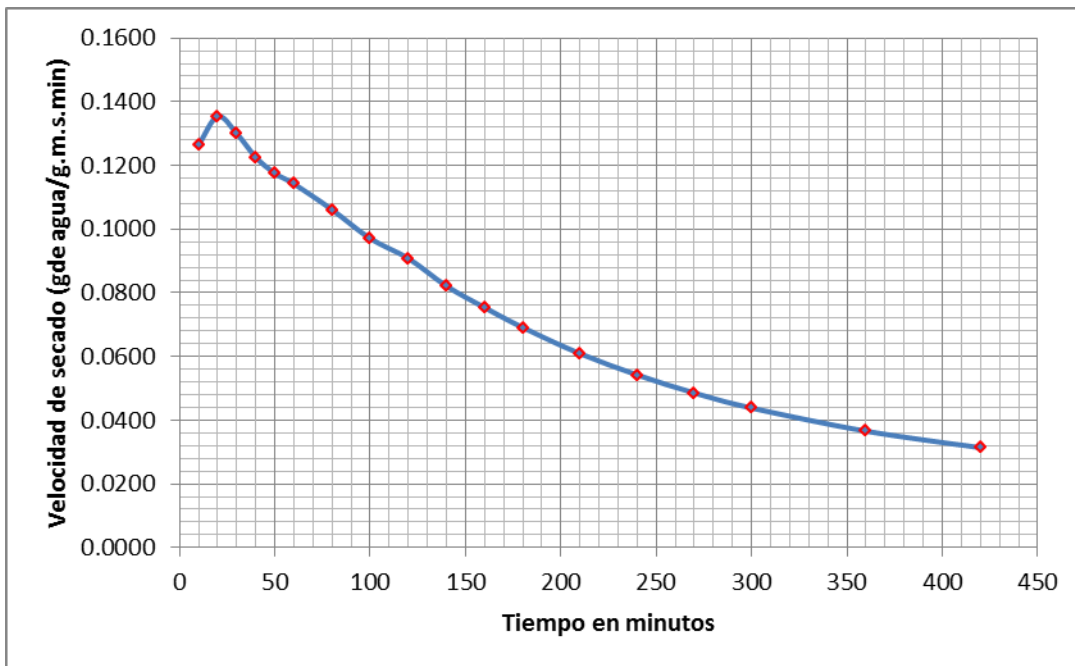


Figura 9. Velocidad de secado vs tiempo a 70°C para el yacón

El periodo de velocidad constante fue de 60 minutos, la velocidad constante fue de 0.1142 g de agua/g.m.s..min, el contenido de humedad critico fue de 6.432 g de agua /g.m.s y el modelo lineal fue : $W = 13.068 - 0.1142 t$

El periodo decreciente fue de 360 minutos, la difusividad fue de $D = 3.714 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$, el contenido de humedad de equilibrio fue de 0.103 g de agua/g.m.s el modelo matematico fue $\ln(X_{rs}) = 0.2791 - 0.022t$

$$X_{rs} = (W - W_e) / (W_o - W_e)$$

Donde:

W = Contenido de humedad en un tiempo

W_e = Contenido de humedad del equilibrio

W_o = Contenido de humedad inicial (igual al contenido de humedad critico)

t = Tiempo en min

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del trabajo monográfico son:

La deshidratación del yacón permite tener un valor nutricional más elevado que con otros métodos de conservación, ya que la pérdida de vitaminas es menor. Además, garantiza la conservación de forma segura sin, requerir de conservantes. Los alimentos deshidratados son fáciles de almacenar ya que no necesitan de envases especiales, ni tampoco deben ser guardados en neveras o congeladores.

La deshidratación con aire caliente se hizo a 70°C por un periodo de 7 horas obteniéndose una humedad final de 9.38%.

La deshidratación del yacón es una gran alternativa para los agricultores que pueden darle un valor agregado, y aumentar la vida útil del recurso.

RECOMENDACIONES

Realizar trabajos de investigación con otras frutas, realizar el secado con otras temperaturas

Realizar trabajos de investigación en isothermas de adsorción para determinar las condiciones de almacenamiento del producto final.

CAPITULO IV: BIBLIOGRAFÍA

3.1 Referencias bibliográficas

Arbizu Gutierrez Juliza Flor y Samaniego Alvarado Rubby Cecilia (2017) “Influencia del diámetro de turión de espárragos (*Asparagus officinalis*) en la cinética de deshidratación con aire caliente a las temperaturas de proceso de 40°C, 50°C y 60°C)” Tesis Universidad Nacional San Luis Gonzaga” de Ica

Fito, P. et al. (2001) *Introducción al secado de alimentos por aire caliente* Editorial Universitat Politècnica de Valencia.

Ibarz, A. y Barboza-Canovas, G. (2005) Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. Editorial Mundi-Prensa

Mujumdar, A. (2006). Principles, Classification, and Selection of Dryers. Handbook of Industrial Drying,

Cronquist A. (2010) Taxonomía del Yacon. Recuperado el 20 de Octubre de <https://www.cuscomania.com/contributors/taxonomia-del-yacon.html>

Barranzuela, A. (2014) *Optimización del secado de rodajas de mango variedad Haden (Mangifera indica L.) por combinación de microondas y aire caliente*. Tesis Universidad Nacional de Trujillo.

Centro Nacional de Alimentación y Nutrición Instituto Nacional de Salud (2009) *Tablas peruanas de composición de alimentos* Recuperado el 14 de marzo 2020 de

<https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Flores, V. y Gonzales, E. (2017) efecto de la concentración del jarabe de yacon y el tiempo de inmersión en la calidad del yacón osmodeshidratado recuperado el 20 de mayo 2010 de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3854/BC-TES-TMP-2670.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Tecnológico Agrario (s.f) *Innovación y desarrollo de nuevos productos*. Recuperado el 15 de mayo 2020 de <http://www.itacyl.es/investigacion-e-innovacion/i-i-alimentaria/innovacion-y-desarrollo-de-nuevos-productos>

Instituto Cultural Pachayachachiq (2018). *El yacon, sus características y propiedades. El mejor alimento para tratar la Diabetes* Recuperado el 20 de mayo del 2020 de <https://www.pachayachachiq.org/yacon-caracteristicas-propiedades/>

Jangam, S., Law, C., & Mujumdar, A. (2011). Vegetables and Fruits. *Drying of Foods*, 2. Recuperado el 11 de febrero de 2017, de http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/qf-espinoza_jl/pdfAmont/qfespinoza_jl.pdf

Medina Jaramillo Carolina (2015) *Estudio del proceso de deshidratación de alimentos frutihortícolas. Empleo de microondas y energía solar*, Recuperado el 17 de mayo 2020 de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46496>

Ramírez, E. (2014) **Beneficios** del yacón. Recuperado el 22 de Noviembre del 2018 de <https://laguiadelasvitaminas.com/beneficios-del-yacon/>

Roca A. y Vidalon J. (2014) *Estudio de la cinética en los procesos combinados de la deshidratación osmótica y secado de filetes de pejerrey (Odontesthes regia regia)*

Recuperado el 15 Mayo del 2020 de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/351>.

Strumilo, C. y Kudra, T. (1986) *Heat and mass transfer in drying processes Drying principles, applications and design Montreu*. Gordon and Breach Science Publishers

Tuberculos.org s.f Yacón Recuperado el 13 de Mayo 2020 de <https://www.tuberculos.org/yacon/>

Wikipedia s,f *Smallanthus sonchifolius* Recuperado el 13 de Mayo 2020 de https://es.wikipedia.org/wiki/Smallanthus_sonchifolius