



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

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:

“ESTUDIO DE LA DESHIDRATACION DE LA MANZANA CON AIRE CALIENTE”

Presentado por:

BARRIENTOS VENEGAS, ROLANDO

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, 13 de diciembre de 2022

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

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA DE
ALIMENTOS



“ESTUDIO DE LA DESHIDRATACION DE LA
MANZANA CON AIRE CALIENTE “

INVESTIGACION MONOGRAFICA PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO DE ALIMENTOS POR LA MODALIDAD EXAMEN DE
SUFICIENCIA ACADEMICA

PRESENTADO POR

Bachiller: BARRIENTOS VENEGAS ROLANDO

ICA- PERU

2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis queridos padres, Pedro y Benilda, por el amor, dedicación, y los principios de una persona de bien que me inculcaron desde niño, por haber sido soporte, motor y motivo en toda mi trayectoria.

AGRADECIMIENTO

Agradezco enormemente a mis amigos, familiares, docentes, todas las instituciones donde estude, los guardare en mi memoria por siempre.

INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPITULO I MARCO TEÓRICO	12
1.1 Características de la manzana	12
1.2 Variedades de manzana	13
1.3 Valores nutricionales de las manzanas	17
1.4 Deshidratación artificial con aire caliente	18
1.4.1 Periodo de velocidad constante	19
1.4.2 Periodo de velocidad decreciente	22
CAPITULO II DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA MANZANA	24
2.1 Selección	24
2.2 Lavado	24
2.3 Pelado y descorazonado	24
2.4 Rodajeado	24
2.5 Sulfitado	24
2.6 Deshidratación artificial	24
2.7 Empacado	25

2.8	Almacenado	25
2.9	Diagrama de flujo para el secado de manzana	25
CAPITULO III CINÉTICA DE LA DESHIDRATACIÓN DE LA		
MANZANA CON AIRE CALIENTE		26
CONCLUSIONES		29
BIBLIOGRAFÍA		30

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Manzana Golden delicious	14
FIGURA 2. Red delicious	15
FIGURA 3. Manzana royal gala	15
FIGURA 4. Manzana fuji	16
FIGURA 5. Manzana Granny Smith	17
FIGURA 6. Curva de deshidratación contenido de humedad vs tiempos	20
FIGURA 7. Diagrama de flujo del secado de manzana	25
FIGURA 8. Grafica de secado contenido de humedad vs tiempo	27

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores nutricionales de la manzana	17
Tabla 2. Vitaminas y minerales de la manzana	18
Tabla 3. Contenido de humedad, porcentaje de humedad y velocidad de secado a Diferentes intervalos de tiempo para manzana deshidratada a la temperatura de 60 ^a C	26
Tabla 4. Parámetros y ecuaciones para el periodo constante de deshidratación de manzana	28
Tabla 5. Parámetros y ecuaciones para el periodo decreciente de la deshidratación de la manzana 60 °C	28

RESUMEN

La deshidratación se presenta una transferencia de calor por convección y el contacto directo de la sustancia con el aire caliente en el cual tiene lugar la evaporación. Para que el proceso de secado se realice eficientemente se requiere establecer las condiciones básicas.

El secado prolonga la vida útil de los alimentos, conservando su valor nutritivo, debido a la eliminación del agua del producto y detiene el crecimiento de enzimas y microorganismos que lo deterioran. Además, muchos microorganismos son destruidos cuando la temperatura llega a 60°C. El objetivo de secar es preservar el alimento al disminuir su humedad hasta que el crecimiento microbiano de bacteria, levadura y moho, y las reacciones químicas por degradación enzimática se detengan y cesen de destruir el alimento durante su almacenaje, y conservar los alimentos durante muchos meses y consumirlos conservados en períodos de escasez o fuera de temporada y asegurar la calidad de la alimentación de la familia durante todo el año.

ABSTRACT

Dehydration heat transfer by convection and direct contact of the substance with the hot air in which evaporation takes place occurs. For the drying process to be carried out efficiently is required to establish the basic conditions.

Drying prolongs the life of the food, preserving their nutritional value due to the removal of product water and stops the growth of microorganisms and enzymes that deteriorate. In addition, many microorganisms are destroyed when the temperature reaches 60 ° C. The objective of drying is to preserve food by reducing its moisture until microbial growth of bacteria, yeast and mold, and the chemical reactions for enzymatic degradation stop and cease to destroy the food during storage, and preserve food for many months and consume preserved in times of shortage or out of season and ensure the quality of feeding the family throughout the year.

INTRODUCCION

A lo largo de los años, ha habido un gran interés en determinar los beneficios de la nutrición para la salud, y varios estudios han destacado los beneficios de los productos vegetales para reducir el riesgo de diversas enfermedades como el cáncer (Hennekens, 1986; Block et al., 1992). enfermedades cardiovasculares, cataratas, etc. (Armstrong et al., 1975; Jacques et al., 1988; Mares-Perlman et al., 1995). Cada vez más consumidores se vuelven más conscientes de la salud en lo que respecta a la elección de alimentos, y existe un interés creciente en los alimentos saludables que no contienen colesterol, son bajos en grasa y sodio, y tienen un alto contenido de vitaminas, minerales y fibra. Esta tendencia se ve reforzada por las recomendaciones de diversas organizaciones con un impacto significativo en la sociedad, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) o el Instituto Nacional del Cáncer de EE. UU. Juan Manuel Hidalgo, director de 5 al Día, destaca las recomendaciones y beneficios de comer cinco o más raciones diarias de frutas y verduras para equilibrar la ingesta de alimentos de origen animal. (Hidalgo 2005)

Uno de los problemas de limitar el consumo de frutas es que estos productos suelen ser muy estacionales y tienen un alto contenido de humedad y, por lo tanto, se estropean rápidamente. Además, los hábitos alimentarios recientes de los consumidores que prefieren productos almacenables y “listos para comer” (comida rápida, compra de productos alimenticios con una vida útil relativamente larga) se deben al limitado tiempo disponible asociado a la alta intensidad. La mano de obra ha sido un obstáculo. Fruta fresca para el consumo (Olmedilla, 2002).

En este sentido, el desarrollo de nuevos productos basados en frutos secos de alta calidad, durabilidad razonable y atractivos para el consumidor ayudará a ampliar y diversificar su disponibilidad en el mercado. El mercado de los frutos secos, aunque prometedor, sigue tibio. Los frutos secos se comercializan tradicionalmente como postre y se utilizan en repostería. Actualmente está disponible para demostraciones personales y caseras. También se utiliza en productos alimenticios especialmente diseñados para deportistas, mezclado con cereales de desayuno o incorporado a postres lácteos. Sin embargo, la producción industrial aún necesita mejorar la calidad y su uniformidad, lo que depende no solo del proceso de secado, sino también de la calidad de las materias primas utilizadas, operaciones de pretratamiento antes de la deshidratación y deshidratación real del proceso. Condiciones de almacenamiento y posterior distribución del producto final.

El secado por aire caliente ha sido la tecnología elegida para deshidratar alimentos durante muchos años y, gracias a la nueva tecnología, ha demostrado ser lo suficientemente eficiente y productiva, versátil y fácil de usar. Sin embargo, incluso las bajas temperaturas pueden provocar la pérdida de la función de la membrana celular, lo que provoca cambios significativos en la calidad organoléptica y nutricional del producto (Spiess y Beshnilian, 1998). Varios estudios han mencionado las ventajas del secado convectivo facilitado por la energía de microondas, las cuales están relacionadas con el rápido calentamiento de la masa del producto y su alta penetración (Feng y Tang, 1998; Funebo et al., 2000; Prothon et al., 2001; Torlinga et al. al., 2001; Bilbao, 2002; Martín, 2002). Como resultado, la reducción del tiempo de procesamiento puede

resultar en productos con atributos de mejor calidad, como aroma y capacidad de rehidratación (Funebo y Ohlsson, 1998) o sabor, textura y valor nutricional (Giese, 1992). Desde este punto de vista, un proceso de secado que combine ambos métodos puede combinar las ventajas que ofrecen.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1. Características de la manzana

Una de las cosas que hace que las manzanas sean una fruta tan nutritiva es su alto contenido de fibra. Una manzana de tamaño mediano proporciona casi el 15 por ciento de las necesidades diarias de fibra de nuestro cuerpo. La fibra ayuda a reducir dolencias como la diarrea, el estreñimiento, el dolor y la hinchazón.

La fibra de las manzanas también puede prevenir las hemorroides. Las hemorroides son venas en el ano, y aunque no suponen un riesgo grave, pueden ser muy dolorosas. El estreñimiento es el núcleo de este problema, por lo que la fibra puede facilitar los procesos de ir al baño y, por lo tanto, aliviar las hemorroides.

Aunque, la fibra no solamente beneficia al sistema digestivo. Las dietas con altos niveles de fibra han mostrado tener un impacto importante en reducir el colesterol maligno.

Los flavonoides que la manzana posee pueden reducir los riesgos de padecer asma y enfermedades de los bronquios.

La pectina presente en la manzana evita que el colesterol se acumule en las paredes internas de los vasos sanguíneos, lo cual disminuye las probabilidades de padecer arteriosclerosis y enfermedades del corazón.

El potasio que la manzana posee es un mineral que ayuda a controlar la presión arterial y reducir el riesgo de padecer un infarto.

Uno de sus flavonoides, la florizina, ayuda a reducir el riesgo de osteoporosis al aumentar la densidad ósea; beneficia enormemente a las mujeres menopáusicas. Varios estudios recientes han demostrado que los polifenoles de manzana pueden ayudar a controlar los niveles de azúcar en la sangre de varias maneras.

1.2 Variedades de manzanas

Las principales variedades de manzana son:

Golden delicious

Es un tipo de manzana originaria de los Estados Unidos. Como su nombre indica, se trata de una manzana de piel lisa, de color amarillo pálido -Golden en inglés significa dorada- con manchas grises en la piel. La pulpa de color blanco amarillento es muy sabrosa debido a la rica cantidad de azúcar. Cosechado a finales de verano y principios de otoño, es muy fácil de conservar. Es la más consumida de todas las especies y una de las más valoradas por su mayor resistencia cuando se recolecta tanto en interior como en exterior. Es una manzana polivalente, desde comer cruda hasta hacer tartas o para cocinarlas al horno.



Figura 1: Manzana Golden delicious
Fuente: www.botanical-online.com

Red delicious

Como sugiere su nombre, tiene una corteza de color rojo brillante -red significa rojo en inglés- y una pulpa blanca que es muy sabrosa, suave y ligeramente agria que golden delicious. También es de América. El árbol es tan prolífico que para alcanzar su máximo potencial, a menudo se planta en hileras con alambre de gallinero para que las líneas puedan soportar el peso de su producción masiva. Se cosecha de septiembre a octubre, pero se conserva bien en cámara frigorífica durante toda la temporada. La variedad Royal Red Delicious de la que se produce produce frutos más grandes y redondos con una pulpa más compacta que la Red Delicious. Estas son manzanas que en su mayoría se comen crudas.



Figura 2: Red delicious

Royal Gala

Procedente de Nueva Zelanda, tiene la piel de color amarillo verdoso con hendiduras rojas o verdes en el área de la cola. Es un híbrido obtenido del cruce de Red Delicious con Kidd's Orange Red, dando como resultado una manzana muy dulce y de textura crujiente. Se puede encontrar en los mercados desde finales de verano hasta principios de primavera. La calidad cruda es muy buena y no se arruinará con pasteles u horneados.



Figura 3: Manzana Royal gala
Fuente: botánica

Fuji

Es una especie del Japón. Su piel es de color amarillo pálido cubierta con una especie de manto de color rojo- amarillento y con algunas rayas de color rojo oscuro. Tiene una carne muy dulce, crujiente y con mucho jugo. Tienen un sabor ligeramente ácido. Se recolecta desde octubre a febrero aunque se puede encontrar en el mercado casi todo el año porque se conserva muy bien. Se come mejor fresco, aunque también se pueden hacer pasteles o al horno.



Figura 4: Manzana fuji
Fuente: botánica

Granny Smith

Es una especie australiana. Es de color verde claro con manchas blancas. Su pulpa es blanca, de textura crujiente y sabor ácido. Es una especie muy utilizada en el hemisferio sur, con grandes plantaciones en Sudáfrica y Argentina, aunque poco a poco se está cultivando en otros lugares del mundo, especialmente en Estados Unidos. Requiere la polinización de la variedad dorada, por lo que las especies a menudo se plantan juntas.



Figura 5: Manzana Granny Smith

1.3. Valores nutricionales de las manzanas

Cuando se trata de la nutrición o valor nutricional de las manzanas, el 85% de su composición es agua y la mayor parte del azúcar proviene de la fructosa, pero contiene menos glucosa y sacarosa.

Aporta una pequeña cantidad de vitamina C, aunque también aporta vitamina E (un buen antioxidante como todos sabemos). En cuanto a minerales, destaca por su contenido en potasio. Es bajo en calorías, ya que 100 gramos de manzanas aportan solo unas 50 calorías.

Tabla 1

Valores nutricionales de la manzana

Calorías	50 kcal
Proteínas	0,2 g
Hidratos de carbono	10,9 g
Grasas totales	0,6 g
Fibra	3 g

Tabla 2

Vitaminas y minerales de la Manzana

Vitaminas		Minerales	
Vitamina B3	0,3 mg	Potasio	144 mg
Vitamina B6	0,05 mg	Calcio	7 mg
Vitamina C	12 mg	Fósforo	10 mg

1.4. Deshidratación artificial con aire caliente.

Esta operación implica la eliminación del agua del sólido, que puede humedecer parcialmente la superficie, pero que también está presente en el interior y puede estar al menos parcialmente adsorbida. Durante el proceso de secado, el calor se transfiere al sólido y la sustancia (agua) se transfiere del sólido al líquido de secado. Las operaciones de secado generalmente se rigen por estos dos fenómenos debido a su alta resistencia a la transferencia de calor y materia, son significativas.

Los mecanismos por los que se transmite el calor son:

- Convección de un gas sobre una superficie sólida: entonces tendremos un coeficiente de transferencia de calor h . El área externa es importante porque el calor se transfiere a través de la superficie. Está influenciado por la forma y el estado de agregación del sólido.

- Conducción de la superficie al interior del sólido: que dependerá de las dimensiones del sólido y de su conductividad k .

Los mecanismos de la transferencia de materia (agua) son:

- Convección de una superficie sólida a un gas. Por lo tanto, aparecerá el coeficiente de transferencia de convección k_g . Otras consideraciones son las mismas que para el calor.
- Difusión del vapor de agua, de las aguas líquidas o ambas del interior desde el interior del sólido. Aparecen las correspondientes difusividades.
- Según el alimento o sólido de que se trate, el transporte es por acción capilar. Este modelado es una tarea muy grande y, a menudo, entra en conflicto con la heterogeneidad de los objetos a secar (variedad de tamaño y forma y variedad menos conocida de propiedades de transporte), especialmente en los alimentos.

1.4.1 Periodo de velocidad constante

Los fenómenos de transporte que ocurren durante el secado continuo son formas de vapor de agua transferidas desde la superficie del producto al medio ambiente a través de la película de aire que rodea el material y la transferencia de calor a través de los sólidos.

Durante el proceso de secado, la superficie del material permanece saturada de humedad porque el agua se mueve desde el interior del sólido lo suficientemente rápido para compensar la evaporación del agua de la superficie.

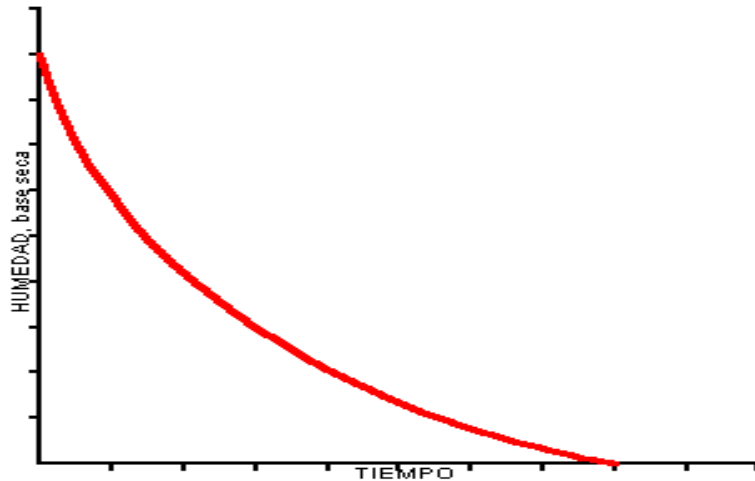


Figura 6: Curva de deshidratación contenido de humedad vs tiempo

En la figura el periodo de velocidad constante corresponde a la porción BC, que corresponde a un modelo lineal

$$Y = A + B x$$

$$W = W_0 - B \cdot t$$

$$\frac{dW}{dt} = |-B|$$

La magnitud de la velocidad de secado (dW/dt), constante depende del coeficiente de transferencia de calor y el coeficiente de transferencia de masa, del área expuesta al medio secante y de la diferencia de temperatura o humedad entre el aire y la superficie húmeda del alimento; el mecanismo del flujo interno no afecta la velocidad constante

$$\frac{dW}{dt} = \frac{h \cdot A \cdot (T_a - T_w)}{\lambda} = |-B|$$

Donde:

h = Coeficiente de transferencia de calor

A = Área de transferencia de calor

T_a = Temperatura del aire

T_w = Temperatura de la superficie del alimento mojado que es igual a la temperatura del bulbo húmedo.

λ = calor latente de vaporización del agua a la temperatura T_w

De donde

$$h = |-B| \cdot \left[\frac{L}{A \cdot (T_a - T_w)} \right]$$

De igual forma según HELDMAN

$$\frac{dW}{dt} = K_g \cdot A \cdot (H_w - H_a) = |-B|$$

De la cual podemos calcular

$$K_g = \frac{|-B|}{A \cdot (H_w - H_a)}$$

Donde:

K_g = Coeficiente de transferencia de masa que describe la transferencia de humedad del alimento al aire

H_w = Humedad del aire a condiciones de temperatura de bulbo húmedo

H_a = Humedad del aire a condiciones de temperatura de bulbo seco

1.4.2 Periodo de velocidad decreciente

Esta fase ocurre cuando el agua se evapora de la superficie del producto y esta determinada principalmente de la “velocidad de difusión” del agua desde las partes internas del producto hacia las partes externas. La velocidad de difusión depende del tipo de materia prima y de su espesor.

En este periodo, a medida que avanza la Deshidratación se hace más difícil el paso del agua desde las partes internas, debido al engrosamiento de la parte exterior del producto dando como resultado un periodo de velocidad decreciente variable.

Cuando la difusión del líquido controla el periodo de velocidad decreciente se emplea la ecuación de Sherwood y Newman.

$$\frac{W - W_e}{W_o - W_e} = \frac{8}{\pi^2} \cdot \left[e^{-D \cdot t \cdot \left(\frac{\pi}{2L}\right)^2} + \frac{1}{9} \cdot \left[e^{-9 \cdot D \cdot t \cdot \left(\frac{\pi}{2L}\right)^2} \right] \dots \right] \\ \left[+ \frac{1}{25} \cdot \left[e^{-25 \cdot D \cdot t \cdot \left(\frac{\pi}{2 \cdot L}\right)^2} \right] + \dots \right]$$

Donde:

D = Difusividad del líquido en metros cuadrados por hora

L = Mitad del espesor de la Capa sólida a través de la cual se difunde el líquido, en metros. Cuando la evaporación tiene lugar solamente desde una superficie, L = espesor total de la capa del sólido.

La fórmula anterior se obtiene suponiendo que D es constante. Sin embargo, esta rara vez es el caso, y se ha demostrado que D varía con el contenido de humedad del sólido, la temperatura y la humedad en la atmósfera o el gas. Por lo tanto, utilizando la ecuación anterior, es necesario conocer la base del valor determinado del coeficiente de difusión.

Van Arsdel desarrollo un método grafico para tener en cuenta la variación de D con el contenido de humedad al secar sólidos hidrofílicos hasta bajos contenidos de humedad.

Cuando el tiempo es grande se tiene una formula límite de la ecuación de Newman como sigue:

$$\frac{W - W_e}{W_o - W_e} = \frac{8}{\pi^2} \cdot \left[e^{-D \cdot t \cdot \left(\frac{\pi}{2L} \right)^2} \right]$$

$$y = e^{B \cdot t}$$

$$B = -D \cdot \left(\frac{\pi}{2 \cdot L} \right)^2$$

$$D = |-B| \cdot \left(\frac{2 \cdot L}{\pi} \right)^2$$

CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE LA MANZANA

2.1 SELECCIÓN

Se escogen las frutas que no presenten daños externos y que tengan el mismo diámetro

2.2 LAVADO

El lavado se realiza con agua clorada para remover cualquier materia extraña que pueda traer del campo

2.3 PELADO Y DESCORAZONADO

El pelado se hace en forma manual y también con peladores de manzana.

El descorazonado se hace con un sacabocados en forma manual

2.4 RODAJEADO

Las manzanas peladas se cortaron en rodajas de 1 cm de espesor

2.5 SULFITADO

Las rodajas se sumergen en agua y luego son tratadas con una solución sulfitada al 0.2% de bisulfito de sodio durante 20 minutos

2.6 DESHIDRATACIÓN ARTIFICIAL

Las rodajas se deshidrataron en bandejas en un secador de cabina con aire forzado (secado por convección) empleando como variable independiente la temperatura a 60°C la velocidad de aire de 2.1 m/s y el espesor de 1 cm, hasta obtener una humedad final de equilibrio. En promedio el tiempo de secado oscila entre 8 – 12 horas para alcanzar una humedad de 10%.

2.7 EMPACADO

Finalizado el La operación de secado se procede a empacar las muestras en empaques flexibles de plástico de 250 gr de capacidad y se sellan.

2.8 ALMACENAMIENTO.

Debe hacerse en lugares secos, con buena ventilación sin exposición a la luz y sobre anaqueles.

2.9 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL SECADO DE MANZANA

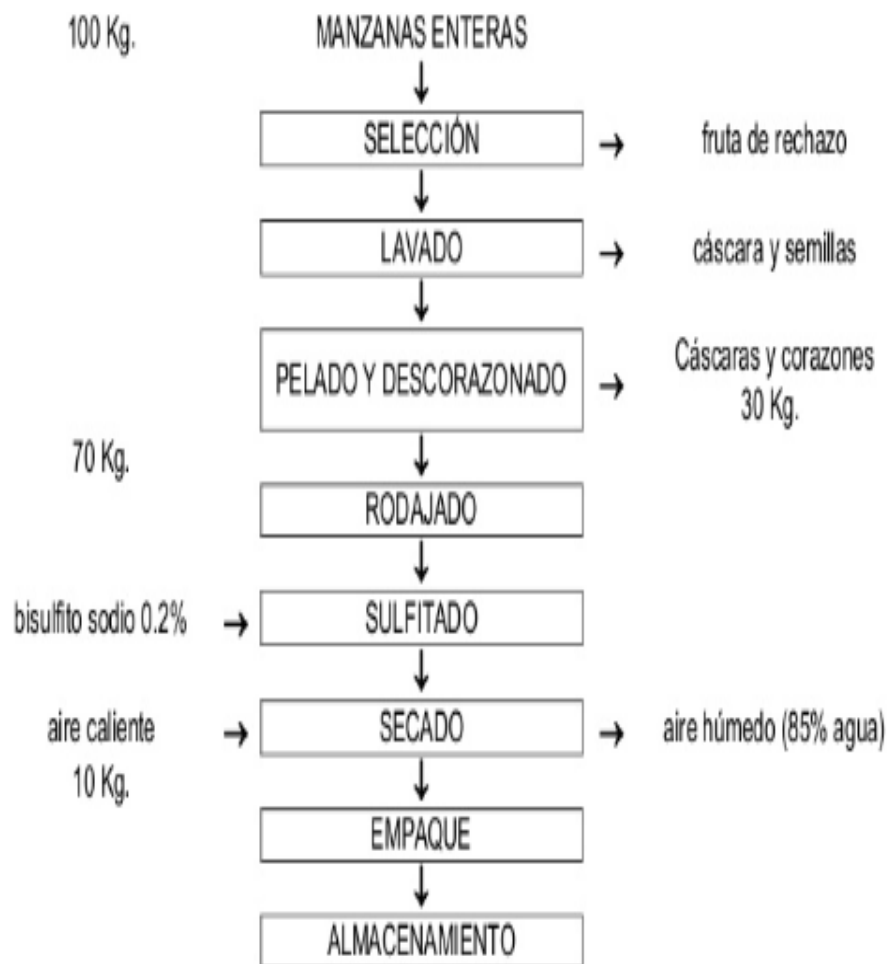


Figura 7: diagrama de flujo del secado de manzana

CAPITULO III: CINÉTICA DE LA DESHIDRATACIÓN DE LA MANZANA CON AIRE CALIENTE

En la tabla 3 se presentan los datos obtenidos de la deshidratación de la manzana Israel a la temperatura de 60° C

Y en la figura 8 se grafica el contenido de humedad vs el tiempo de secado.

En la tabla 4 y 5 se presentan los datos de la cinética de la deshidratación.

Tabla 3.

Contenido de humedad, porcentaje de humedad y velocidad de secado a diferentes intervalos de tiempo para manzana deshidratada a la temperatura de trabajo de 60°C

Tiempo en minutos	Contenido de humedad W (g de agua/g.m.s)	Porcentaje de humedad	Velocidad de secado (g.agua/g.m.s min)
0	1.620	61.83	--
20	1.584	61.30	0.00181
40	1.524	60.38	0.00239
60	1.449	59.16	0.00285
80	1.366	57.73	0.00318
100	1.288	56.29	0.00332
120	1.204	54.63	0.00347
150	1.086	52.06	0.00356
180	0.977	49.42	0.00357
240	0.769	43.48	0.00354
300	0.535	34.85	0.00362
360	0.394	28.27	0.00340
420	0.293	22.65	0.00316
480	0.224	18.29	0.00291

540	0.177	15.07	0.00267
600	0.148	12.87	0.00245
660	0.129	11.46	0.00226
720	0.117	10.50	0.00209
780	0.108	9.71	0.00194
840	0.101	8.17	0.00181

Fuente: Ángel Ruiz (2014)

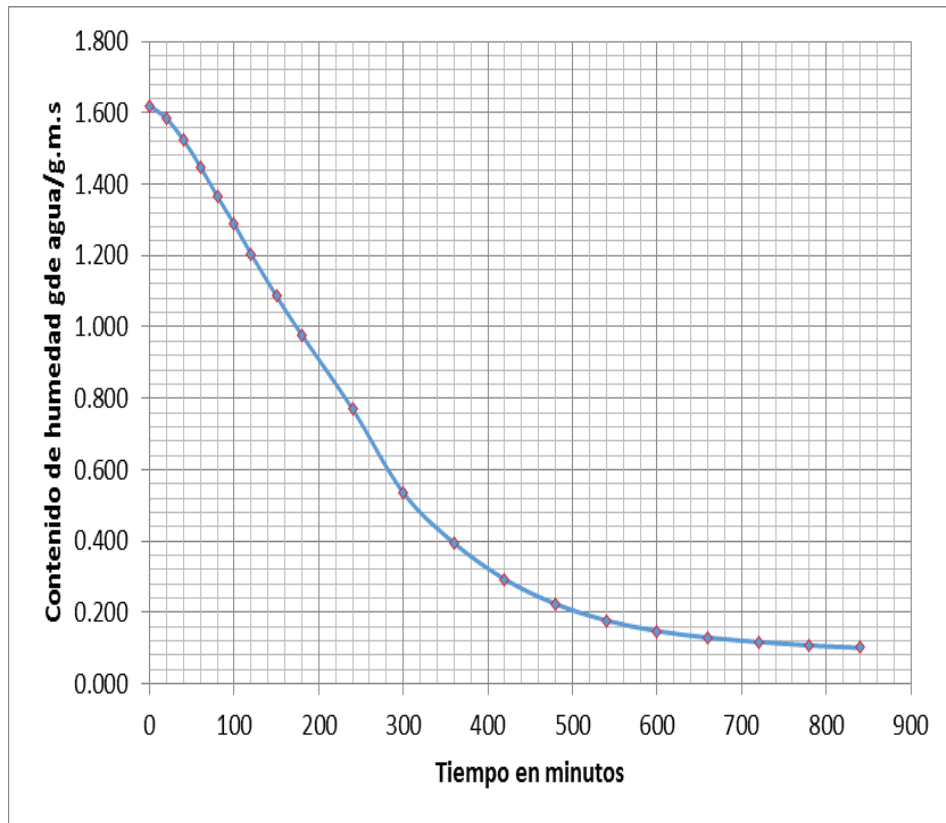


Figura 8: Gráfica de secado contenido de humedad vs tiempo para la manzana deshidratada a 60°C

Fuente: Ángel Ruiz (2014)

Tabla 4.

Parámetros y ecuaciones para el periodo constante de deshidratación de manzana

Temp	PERIODO CONSTANTE				
	Contenido de Humedad inicial X_o	Contenido de humedad critica X_c	Velocidad Constante $g H_2O/g m.s min$	Ecuación	R^2
60	1.620	0.977	0.0037	$Y= 1.655 - 0.0037.t$	0.997

Tabla 5.

Parámetros y ecuaciones para el periodo decreciente de la deshidratación de la manzana 60 °C

Temp.	PERIODO DECRECIENTE				
	Contenido de Humedad de equilibrio X_e	Contenido de humedad critica X_c	Difusividad efectiva m^2 / s	Ecuación	R^2
60	0.101	0.977	2.01 E-10	$Ln(Xrs)= 0.529 - 0.0074 t$	0.987

Fuente: Ruiz Ángel (2014)

CONCLUSIONES

- La manzana es una fruta que aporta fibra dietética aproximadamente aporta el 15 % de la cantidad de fibra que nuestro cuerpo requiere
- La composición química de la manzana es: Proteínas 0.2%, hidratos de carbono 10.9%, grasa 0.6 % fibra 3 %
- Para el proceso de deshidratación requiere de un blanqueado que se realiza con bisulfito de sodio al 0.2% por 20 minutos
- El tiempo de secado es de 840 minutos
- La humedad final de la manzana es aproximadamente 8.17 %

BIBLIOGRAFIA

- Adams M.R y Moss M.O.(1997) Microbiología de los Alimentos Editorial Acribia España
- Aguado José (1990) Ingeniería de la industria alimentaria volumen I,II,III Editorial Síntesis España
- Armstrong, B.; Mann, J.; Adelstein, A.; Eskin, F. (1975). Comodity consumption and ischemic heart disease mortality, with special reference to dietary practices. *Journal of Chronic Diseases*,
- Badui Dergel Salvador(2006) Química de los Alimentos Ed Pearson
- Bhalla, A.S. (1986) Solar Drying Practical Methods of Food Preservation.
- Block, G.; Patterson, B.; Subar, A. (1992). Fruit, vegetables, and cancer prevention. A review of epidemiological evidence. *Nutrition and Cancer- and International Journal*,
- Canovas, G. y Mercado, H. (2000) deshidratación de alimentos
- Cheftel, J.C y Cheftel, H (1976) Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Editorial Acribia España
- Earle R.L. (1998) Ingeniería de los Alimentos Editorial Acribia
- Funebo, T.; Ohlsson, T. (1998). Microwave assisted air dehydration of apple and mushroom. *Journal of Food Engineering*.
- Geankoplis G.J (1998) Procesos de transporte y operaciones unitarias editorial CESCA México
- Geneva, SW. Edit. The international labor office ,

- Gustavo V. Barbosa-Cánovas (2000) *Deshidratación de Alimentos* Editorial Acribia España
- Hennekens, C. (1986). Micronutrients and cancer prevention. *New England Journal of Medicine*
- Hidalgo, J. (2005). La promoción del consumo de frutas y hortalizas. Iniciativa “5 al día”. *Fruticultura Profesional*
- Jacques, P.; Chylack, L.; McGandy, R.; Hartz, S. (1988). Antioxidant status in persons with and without senile cataract. *Archives of Ophthalmology*,
- Kouris, D.; Saravacos, G. (Eds.). *Proceedings of the 11th International Drying Symposium (IDS'98)*. Thessloniki, Ziti Editions, volume A.
- Lomas Esteban Maria(2002) *Introducción al calculo de los proceso tecnológicos de los alimentos* Editorial Acribia España
- Mares-Perlman, J.; Brady, W.; Klein, R.; Klein, B.; Bowen, P.; Stacewicz-Sapuntzakis, M.; Palta, M. (1995). Serum antioxidants and age-related macular degeneration in a population-based-control study. *Archives of Ophthalmology*,
- Martín, M.E. (2002). Utilización de microondas en el secado por aire caliente de manzana (var. Granny Smith). Influencia del pretratamiento por impregnación a vacío. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia
- Olmedilla, B. (2002). Beneficios derivados del consumo de frutas y verduras y perspectivas de futuro. *Alimentaria*
- Ruiz Angel (2014) Influencia de los parámetros de la deshidratación osmótica y secado artificial en la manzana variedad Israel.

Suca Apaza Carlos (2007) “deshidratación osmótica de alimentos” Boletín de divulgación tecnología agroindustrial Volumen 1 Nro 1

Spiess, W.; Beshnilian, D. (1998). Osmotic treatments in food processing. Current state and texture needs. En: Akritidis, C.; Marinos- Giese, J. (1992). Advances in microwave food processing. *Food Technology*.

www.unesco.org.uy/educacion/fileadmin/templates/educacion/archivos/Guiasecaderosolar.pdf (2005) Guia de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes

www.depa.pquim.unam.mex (2007) Distribución del agua en los alimentos.