

## **Deshidratación de kiwi (*Actinidia chinensis*) mediante radiación solar en un secador directo**

S. Tenorio-Reyes<sup>1</sup>, J.D. Robles-Ramírez<sup>1</sup>, E.U. Carrera-Arellano<sup>1</sup>, J.M. Cortez-Muñoz<sup>2</sup>, J. Carranza-Téllez<sup>1</sup>, y J.M. García-González<sup>1</sup>.

1. Programa Académico de Ingeniería Química. 2. Programa Académico de Alimentos. Unidad Académica de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas Campus UAZ Siglo XXI edificio 6, Km 6 s/n carretera Zacatecas- Guadalajara, Ejido “la Escondida”, C.P 98160, Zacatecas, México. [jmgarcia@uaz.edu.mx](mailto:jmgarcia@uaz.edu.mx)

**RESUMEN:** El objetivo del trabajo es retirar la mayor cantidad de agua presente en el kiwi usando la radiación solar como fuente de energía, y aprovechando con la que se cuenta en la zona de la capital del estado de Zacatecas. El secado es mediante convección natural y convección forzada, para alcanzar el objetivo de este estudio. El kiwi empleado para la experimentación contiene un 76.56 % de humedad. Al llevar a cabo la operación de deshidratación los resultados presentan que para la convección natural se alcanza una 12.58 % de humedad final, mientras que en convección forzada se obtiene una 16.17 % de humedad al concluir la operación. En cuanto a la disminución de agua presente en la fruta la convección natural es más eficiente, aunque considerando las propiedades organolépticas es más eficiente la convección forzada.

**Palabras clave:** Convección natural, convección forzada, humedad, kiwi.

**ABSTRACT:** The objective of the work is to remove the largest amount of water present in the kiwi using solar radiation as an energy source and taking advantage of this in the area of the capital of the state of Zacatecas. The drying is by natural convection and forced convection, to achieve the objective of this study. The kiwi used for experimentation contains 76.56% moisture. When carrying out the dehydration operation the results show that for natural convection a final humidity of 12.58% is reached, while in forced convection a 16.17% humidity is obtained at the end of the operation. Regarding the decrease of water present in the fruit, natural convection is more efficient, although considering the organoleptic properties, forced convection is more efficient.

**Keywords:** Natural convection, forced convection, humidity, kiwi.

**Área:** Frutas y hortalizas

### **INTRODUCCIÓN**

El kiwi es una fruta del orden ericales, de la familia actinidiaceae, de particular sabor agradable, El fruto normalmente es una baya o una cápsula loculicida. Originaria del sur de China, este pequeño fruto de piel velluda y pulpa verde fue introducido a principios del siglo XX en Nueva Zelanda, donde obtuvo el nombre por su parecido con el ave nacional del país. Desde ahí, en la década del 70 se extendió a otros lugares de clima templado, como Chile, donde ha tenido un especial desarrollo. Una de sus características primordiales al momento del consumo, es que se realice en cierta etapa de su maduración, cuando el fruto es firme, sin llegar a estar demasiado maduro.

Dentro de los procesos alimenticios propios para alargar el tiempo de vida útil de un producto destinado a la comercialización, se encuentra el de la deshidratación solar, que es un método muy común y antiguo para la conservación de los alimentos, el cual consiste en la eliminación de la mayor parte de agua de un alimento mediante el secado a partir de un flujo natural de aire calentado con la radiación solar para evitar la actividad enzimática y el desarrollo de microorganismos dentro del alimento, conllevando a la disminución en el peso y el volumen de la fruta para facilitar el almacenamiento y transporte del producto a un tiempo prolongado de vida útil de anaquel. Es también un método económico de conservación, ya que no se utiliza demasiado material, y que a su vez se aprovecha el recurso solar.

El kiwi es una fruta considerada con un alto aporte de vitamina C, E y alto contenido en fibra. Es baja en colesterol. Produce efectos anticancerígenos, tiene capacidad antioxidante y anti-inflamatoria, mejora el sistema inmunológico y aumenta las defensas en el organismo. Aporta otros nutrientes esenciales para el organismo como fosfato, magnesio y cobre. (Tabla I.)

Tabla I. Datos nutricionales de 100 gr de Kiwi.									
Kilocalorías	Proteínas (g)	Grasas (g)	H. de Carbono (g)	Fibra mineral (g)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Na (mg)	Caroteno (mg)
46	1	0.6	8.5	3.2	40	31	0.5	4	370
K (mg)	I (mg)	Mg (mg)	Vitaminas (mg)						
			B1	B2	B3	B6	C	E	
295	330	15	17	50	410	120	70	930	

El objetivo del trabajo es retirar la mayor cantidad de agua presente en el kiwi usando la radiación solar como fuente de energía.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se adquirió kiwi del mercado principal de la ciudad de Guadalupe, Zac. El cual fue lavado y desinfectado, posteriormente se cortó en rodajas con diámetro y espesor promedio de 4.1775 mm y 0.4125 mm respectivamente. A continuación, se colocaron en dos charolas de malla polimérica con dimensiones de 34.2 cm de largo y 24 cm ancho, registrando el peso de cada charola antes de exposición a la luz solar, se determinó el porcentaje de humedad inicial de una de muestra de 0.5031 gr empleando una termobalanza OHAUS.

Las charolas se colocaron en dos secadores de acrílico transparente (Figuras 1 y 2) con dimensiones de 74 cm x 80 cm de base y una altura al frente de 13 cm y al fondo de 40 cm. Uno de los secadores tiene adaptando un ventilador de tres velocidades. Para medir la temperatura y la humedad se colocó un termohigrómetro Professional Instruments.



Figura 1. Secador directo operando en convección natural.



Figura 2. Secado directo operando en convección forzada.

Las cabinas de acrílico fueron expuestas a la luz solar a nivel del piso, a la cabina destinada a la deshidratación por convección forzada se le acoplo un ducto de madera junto con un ventilador de 5 w con la función de aumentar la cantidad de viento que fluía a través del secador y a tres diferentes velocidades; 4.4 m/s, 4.8 m/s y 5.3 m/s evaluadas con un anemómetro.

Para determinar la disminución de masa del fruto en cuestión, se registró el peso de cada charola cada 30 minutos a partir de la exposición de la cabina a la radiación solar y durante las 17 horas de sol que

duró el secado. Metodología realizada por Del Rio *et al.*, (2019), Pérez *et al.*, (2019) y Ortiz *et al.*, (2019).

Como efecto de estudio se implementó el análisis del cambio de color por efecto de la oxidación de la fructosa presente en el kiwi, implementando así el uso de un colorímetro TPM para registrar el cambio de color que presenta la fruta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas durante el secado fueron las siguientes: Temperatura promedio 15.11°C, Humedad relativa 48.43%, presión 774.88 mBar, irradiancia directa 534.33 W/m<sup>2</sup>, irradiancia global 506.92 W/m<sup>2</sup> y velocidad del viento 2.87 m/s (datos tomados de la Estación Solarimétrica Zacatecas\_04 del SNS).

El secado se realizó por 17 horas sol, alcanzando un porcentaje de humedad final de 12.58 % para la convección natural y 16.17 % para la convección forzada, la diferencia existente entre ambos valores indicaría que la implementación de un mecanismo mecánico para controlar el aire y la temperatura de este dentro del secador, solo incrementaría el coste y rentabilidad del método de secado, pero es de suma importancia realizar el análisis químico de proteínas y vitaminas para definir cuál de los dos métodos es más eficiente.

En las figuras de la tres a la seis se presentan los resultados obtenidos en este estudio al deshidratar el kiwi en secadores solares directos, operando a convección natural y convección forzada.

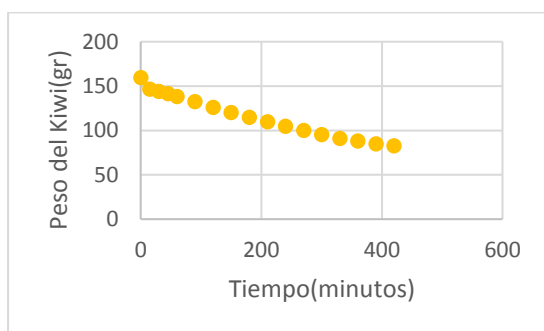


Figura 3. Pérdida de peso por convección natural.

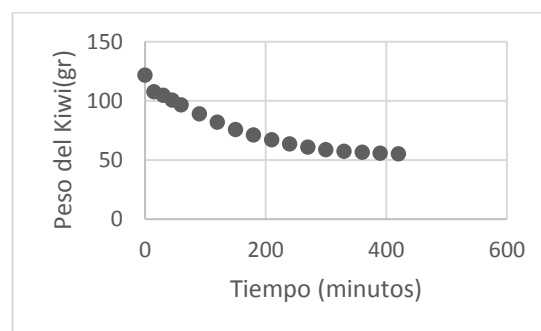


Figura 4. Pérdida de peso por convección forzada.

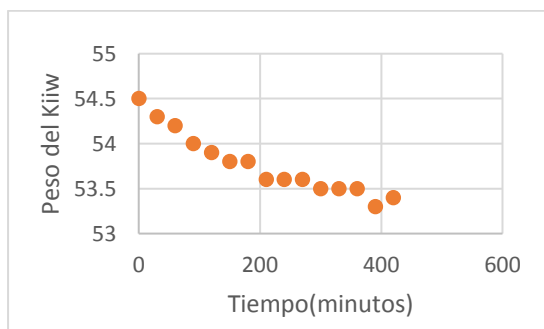


Figura 5. Pérdida de peso Convección Natural.

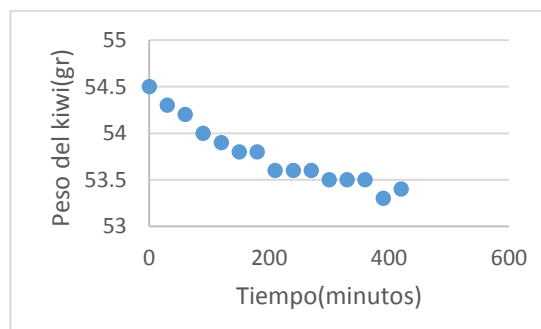


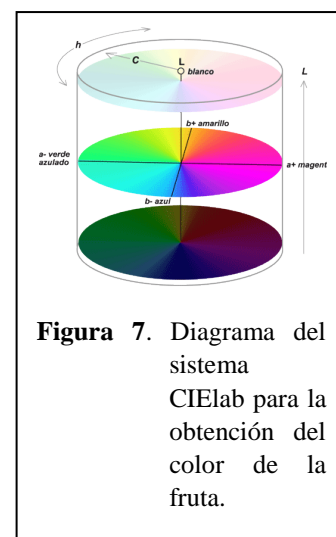
Figura 6. Pérdida de peso Convección Forzada.

Una parte del mercado de alimentos usa fruta deshidratada por los beneficios que se obtienen. Si se toma por este sentido, las personas al momento de comprar alguna alimento se guían por su apariencia y textura, he aquí la importancia del color de la fruta en el secado. En este proceso se utiliza la colorimetría para medir el color. Para los alimentos se utiliza el sistema CIElab (Figura 7), trabaja con un sistema tridimensional, donde L es el eje vertical, y a y b son los ejes horizontales.

A partir de los valores que proporciona el colorímetro se puede obtener el cambio de color total a partir de la Ec. 1, donde  $\Delta L$  es la diferencia de luminosidad,  $\Delta a$  es la diferencia entre rojo-verde y el  $\Delta b$  el entre amarillo-azul. El sentido de la desviación se indica con el valor y por el signo de las deltas individuales.

$$\Delta E = \Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2 \pm \quad Ec. 1$$

Analizando los resultados obtenidos del colorímetro (Figuras 8 y 9), se puede concluir que el kiwi deshidratado por convección natural (CN) se fue oscureciendo gradualmente, mientras que, por convección forzada (CF), obtuvo una tonalidad de verde más claro.



**Figura 7.** Diagrama del sistema CIElab para la obtención del color de la fruta.



**Figura 8.** Evolución del color en la deshidratación empleando convección forzada.



**Figura 9.** Evolución del color en la deshidratación empleando convección natural.

En la Tabla II, se presentan los resultados obtenidos en la deshidratación del kiwi, se presenta el tiempo de secado, la temperatura dentro del secador y el porcentaje de humedad.

<b>Tabla II.</b> Resultados del proceso de deshidratación de kiwi			
<b>Tipo de Convección</b>	<b>Tiempo (h sol)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>% de Humedad</b>
Natural	17	34.3	12.58
Forzada	17	27.5	16.17

## CONCLUSIÓN

Como método alternativo para la conservación de alimentos, la deshidratación de frutas mediante secado solar, empleando un secador directo, resulta una opción económica y viable en el clima de la capital zacatecana, obteniendo un producto cuyo contenido de humedad es de 12.58%, alargando el

tiempo de vida útil del producto al evitar el desarrollo de bacterias que aceleran su proceso de descomposición, otorgando cierta variabilidad de comercialización al producto. Además de, proporcionar un delicioso snack.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Del Rio Félix U.F, Carrera Arellano E.U, García Saldivar V.M, García González J.M (2019). Deshidratado de ajo (*Allium sativum*) utilizando tecnología solar por convección natural y forzada. *Revista Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* Vol. 4. pp 377-384
- Ortiz Quezada M.J., Romo Cristerna K.A., Carrera Arellano E.U., García Saldívar V.M., García González J.M., Carranza Concha J. (2019) Deshidratación de manzana Granny Smith a partir de dos tecnologías de secado *Revista Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* Vol. 4. pp 416-421
- Pérez Lozano La, Carrera Arellano E U, García González J M, Carranza Téllez J (019) Deshidratado de zanahoria (*Daucus carota*) empleando secado solar. *Revista Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* Vol. 4. pp 411-415
- Saiz Jiménez. J. A, Cornejo Royo L. (2014), Secado de alimentos mediante energía solar, 3C Tecnología, vol. 3, 234-244.