

Influencia de las condiciones de secado en el color de fresas variedad Chandler

Luisa Ruiz¹, Lizeth Castro², Martha Quicazán³

RESUMEN

La fresa se considera una fruta altamente perecedera razón por la cual se ha recurrido a técnicas de conservación como la deshidratación. En este trabajo, fresas variedad Chandler de tamaño 1,4 cm de diámetro y 2 mm de espesor fueron sometidas a deshidratación en diferentes condiciones con el fin de evaluar la influencia de la temperatura y el flujo de aire en el color de la fruta. Durante el tiempo de secado se monitoreó la actividad de agua y humedad y se evaluó el color a la fruta fresca y deshidratada mediante colorimetría triestímulo con los parámetros L^* a^* b^* . Los resultados encontrados mostraron que el secado a 45°C y flujo de aire 6,0 m/s permite obtener fresas secas sin cambio significativo en el color y en menor tiempo de secado.

Palabras Clave— fresa, deshidratación, color, conservación.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente entidades mundiales como la FAO/OMS están promoviendo el consumo de frutas con el objetivo de incluirlas en la dieta humana, ya que su consumo es de vital importancia por el aporte de vitaminas, minerales y carbohidratos necesarios como azúcares y fibra. [1].

La fresa por sus características sensoriales y nutricionales se ha convertido en una fruta atractiva para el consumidor, sin embargo, su alto contenido de humedad, la convierte en una fruta susceptible al deterioro por microorganismos [2]-[3]. Estudios reportan que su tiempo de vida útil es de 2 a 3 días de la cosecha en condiciones ambientales naturales [4], es por eso requerido procesos de conservación, afectando en lo más mínimo propiedades sensoriales como el color, olor y sabor.

La deshidratación es una técnica ampliamente utilizada para conservar los alimentos [5], consiste en eliminar el máximo

contenido de agua posible con la finalidad de retardar el crecimiento microbiano y el funcionamiento de enzimas que causan cambios químicos en los alimentos [6].

Para la deshidratación de frutas se ha empleado el secado con aire caliente. Esta operación consiste en la eliminación de la humedad a través de la evaporación del agua, para ello se hace fluir una corriente de aire caliente que se encarga de suministrar el calor requerido para la vaporización y de arrastrar y eliminar la humedad perdida [7]. Durante el secado ocurren simultáneamente una transferencia de calor y masa [8]-[9]. La transferencia de masa ocurre cuando la humedad contenida en el interior de la fruta se difunde como vapor de agua hasta la superficie de ésta, y de la superficie hacia el aire de arrastre. Esta transferencia de masa es ocasionada por el gradiente de presión de vapor existente entre la superficie del agua en el interior y en el aire exterior al alimento [10].

En cuanto al tiempo de secado, éste se ve influenciado por factores como el área de transferencia, la temperatura de operación, el flujo y humedad del aire. Al aumentar el flujo de aire, se absorbe mayor vapor de agua de la superficie de la fruta, evitando la saturación del aire de contacto; incrementar la temperatura aumenta la transferencia de calor facilitando la evaporación del agua; una baja humedad en el aire aumenta el gradiente de presiones parciales entre éste y la superficie del sólido, garantizando una mayor transferencia de vapor de agua [10].

Con base en lo anterior, en esta investigación se sometió la fresa de variedad Chandler a deshidratación en dos equipos con flujo de aire y temperaturas diferentes con el objetivo de evaluar y comparar el color de la fruta seca con el de la fruta fresca.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Fresas

Las fresas de variedad Chandler fueron obtenidas en un supermercado local de la ciudad de Bogotá, D.C., almacenadas en bolsas y refrigeradas hasta su uso.

¹ Estudiante Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia. lmruizv@unal.edu.co

² Ingeniera de Alimentos, investigadora, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia ingenieralizeth@gmail.com

³ Profesora Asociada, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia. mcquicazand@unal.edu.co

Este trabajo fue desarrollado en el marco del proyecto de investigación: Establecimiento de procesos de conservación y transformación de polen apícola para la obtención de alimentos con características funcionales, financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación-Colciencias

B. Adecuación física

Se usaron fresas sanas, enteras y de consistencia firme, con índice de madurez 5 y 6, de acuerdo con la clasificación de la NTC 4103 de 1997 [11]. Las fresas fueron limpiadas con agua potable y desinfectadas por inmersión en una solución de Timsen a 500 ppm durante 5 minutos [12] y escaldadas a 60 °C durante 4 minutos, posteriormente se cortaron en rodajas de 1,4 cm de diámetro por 2 mm de espesor.

C. Deshidratación

Se llevó a cabo en dos hornos de secado que operan a condiciones de temperatura y flujo de aire diferentes (horno 1: T=45°C – 6,0 m/s; horno 2: T=50°C – 3,5 m/s). Se tomaron muestras de 600 g por cada ensayo, dispuestas sobre bandejas de teflón perforadas de medidas 62 x 40 cm (largo x ancho). Con el fin de realizar un seguimiento del proceso de secado, cada 20 minutos se hizo medición por triplicado de pérdida de humedad y Aw.

Los datos de color fueron tomados al inicio y final del proceso.

D. Evaluación de Color

La determinación de color se realizó por colorimetría triestímulo empleando un colorímetro MINOLTA CR 300, dotado de un observador de 2° y un iluminante D₆₅. Las mediciones se realizaron con el sistema de color CIE usando las coordenadas de espacio L*a*b*. Las muestras de fresa se depositaron en recipientes cilíndricos de poliacrilamida y se midieron por triplicado.

E. Determinación de humedad y actividad de agua

Las determinaciones se realizaron según los procedimientos descritos en la AOAC [13], Tabla 1.

Tabla 1. Métodos empleados para análisis físicos.

Parametro	Método A.O.A.C	Equipo
Humedad expresado en % de humedad.	925.10, método gravimétrico,	HERAUS UT6 (Alemania)
Actividad de agua	920.92.	HAERUS, modelo Fa-ST LAB

Análisis estadístico

Los resultados tabulados en la Tabla 2 de fresa chandler fueron evaluados por medio de un análisis descriptivo donde se obtuvo la media, desviación estándar y el coeficiente de variación. A los resultados del análisis de color final de las fresa fresca y deshidratada se les realizó un análisis de varianza de una vía con un nivel de significancia del 95%, cabe aclarar que para la variable Luminosidad (L) fue necesario transformar los datos porque no eran homocedasticos (prueba $f > 0,5$). Toda la estadística

fue realizada mediante el uso del software MATLAB (The Mathworks, USA).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de humedad y actividad de agua para fresa fresca y deshidratada se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de actividad de agua (Aw) y porcentaje de humedad en fresa fresca y deshidratada en dos hornos con diferentes condiciones de operación.

	Aw	% humedad
Fresa fresca	0,976 ± 0,002	89,06 ± 0,835
Fresa seca Horno 1	0,444 ± 0,008	8,17 ± 0,154
Fresa seca Horno 2	0,481 ± 0,003	11,56 ± 0,239

Valores (media ± desviación estándar; n=3).

Condición horno 1: T=45°C flujo de aire= 6 m/s

Condición horno 2: T=50°C flujo de aire= 3,5 m/s

Los valores de actividad de agua para la fresa deshidratada se encuentran por debajo de los niveles establecidos para frutas frescas, que están entre 0,6 y 0,75 [14]. De esta manera se asegura la conservación de la fruta ya que se inhibe el crecimiento de cualquier microorganismo.

En la figura 1 se muestra la cinética de deshidratación de fresa variedad Chandler, la cual sigue los patrones típicos de deshidratación.

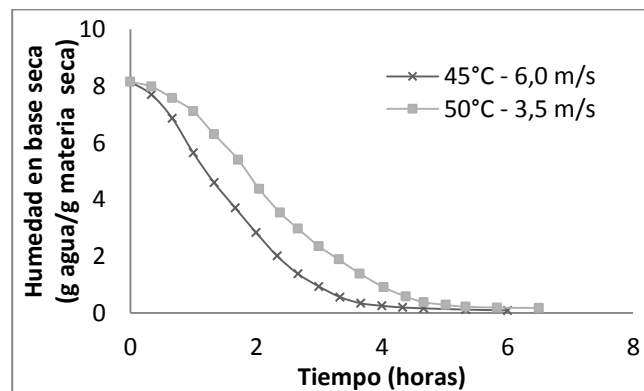


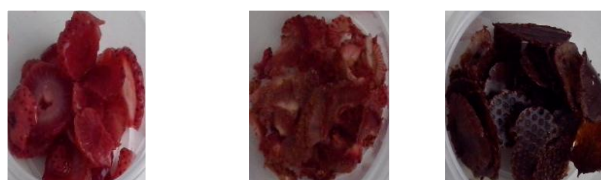
Fig.1. Pérdida de humedad de la fresa durante el secado realizado en dos hornos con diferentes condiciones de operación.

En la figura 1 se observa que la pendiente de la curva de secado es más pronunciada cuando la velocidad del aire es mayor, lo que implica como consecuencia una mayor velocidad de secado y por ende una disminución en el tiempo de deshidratación. Esto se debe a que el mayor recambio del aire aumenta la transferencia de masa. Adicional a eso, las diferencias que existen entre los tiempos de secado también pueden atribuirse a que los

equipos empleados no están diseñados para los mismos fines, el horno 2 está diseñado especialmente para alimentos con bajos contenidos de humedad, mientras el horno 1 es especial para deshidratar frutas con altos contenidos de humedad como la fresa, de aproximadamente 89%.

Color

Una diferencia significativa se presentó en la calidad de la fresa relacionada al color final. En la figura 2 muestran imágenes de la fresa fresca y deshidratada. Las fotos fueron tomadas bajo las mismas condiciones de luz.



(a) (b) (c)

Fig. 2. Fresas antes y después del secado. (a) Fresa fresca. (b) Fresa seca en el horno 1. (c) Fresa seca en el horno 2.

Se puede apreciar la diferencia de tonalidad que existe entre la fresa fresca y la fresa luego de haber sufrido el proceso de deshidratación, para el secado en el horno 1 se obtiene un color más parecido al de la fruta fresca, lo que no ocurre en el caso de las fresas secadas en el horno 2. La diferencia de color más significativa se aprecia en las figuras 2(a) y 2(c).

Dadas las diferencias visibles de los colores de las fresas deshidratadas, se realizó una medición objetiva de color mediante los espacios de color $L^*a^*b^*$. En la Tabla 3, se presentan los resultados.

Tabla 3. Evaluación de color en fresa fresca y deshidratada en dos hornos con diferentes condiciones de operación.

Muestra	a^*	b^*	L^*
Fresa fresca	$6,49 \pm 0,21$ b	$55,86 \pm 2,16$ a	$32,91 \pm 1,27$ a
Fresa seca Horno 1	$-4,76 \pm 1,64$ a	$75,40 \pm 3,13$ b	$44,46 \pm 1,85$ c
Fresa seca Horno 2	$-13,18 \pm 0,10$ c	$67,10 \pm 0,30$ b	$39,33 \pm 0,17$ b
Valor p	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Valores (media \pm desviación estándar; $n=3$). Letras distintas en una misma columna, indica diferencias significativas, con un nivel de confianza de 95%.

a^* , b^* y L^* representan la luminosidad del color. (L^* , $L^*=0$ rendimientos negro y $L^*=100$ indica blanco), su posición entre rojo y verde (a^* , valores negativos indican verde mientras valores positivos indican rojo) y su posición entre amarillo y azul (b^* , valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo).

De la Tabla 3, se observa que existe diferencia significativa en los parámetros de color a^* , b^* y L^* de las fresas frescas con las deshidratadas. La luminosidad, aumenta en la fresa deshidratada en el horno 1, indicando que tiende a tener color claro, caso contrario ocurre en el secado con el horno 2 donde tiende a oscurecerse, con respecto a la fresa fresca, éstos resultados coinciden con las figuras 2(b) y 2(c). En cuanto a la coordenada a^* la fruta fresca presenta valores positivos, representando el color rojo característico de la fresa (ver figura 2a), mientras que los valores negativos de secado a la condición del horno 1 y 2, representan el cambio de color, con tendencia a modificarse más en secado en el horno 2. Por último en el parámetro b^* las fresas deshidratadas son iguales entre ellas y diferentes con la fruta fresca.

IV. CONCLUSIONES

De las condiciones de secado evaluadas la que presenta mejores resultados en cuanto a menor tiempo de proceso y color de la fresa deshidratada, es la condición 1, $T=45^\circ\text{C}$ y flujo de aire= 6,0m/s.

La variación entre flujos de aire en el proceso de secado tiene una incidencia significativa en los tiempos de deshidratación al igual que en parámetros de calidad sensorial como el color.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el apoyo brindado por el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS)

REFERENCIAS

- [1] Camacho, G. Transformación y conservación de frutas. Universidad Nacional de Colombia, 2002: p. 250.
- [2] Guevara, A.; Rojas, T. & Araujo, J. *Obtención de fresa (fragaria chiloensis) deshidratada por atomización y liofilización*. Revista Peruana de Química e Ingeniería Química, 1998: p. 217-230.
- [3] Moraga, G., and Martínez, N. *Water sorption isotherms and glass transition in strawberries: influence of pretreatment*. Journal of Food Engineering, 2004: p. 315-321.
- [4] FAO. Fichas Técnicas de Procesados de Frutas, 2014.
- [5] Marín, E.; Lemus, R.; Flores, V.; Vega, A. *La rehidratación de alimentos deshidratados*. Revista chilena de nutrición. vol.33, 2006.
- [6] Orrego, C. E. Procesamiento de alimentos. Manizales. Universidad Nacional de Colombia, 2003: p. 175-195.
- [7] Treybal, R. Operaciones de transferencia de masa. Editorial McGRAW-HILL. 2da edición, 1989: p. 273.
- [8] Contreras, C. *Influencia del método de secado en parámetros de calidad relacionados con la estructura y el color de manzana y fresa deshidratadas*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia: Valencia, 2006: p. 4.
- [9] Martínez G and López M. Modelos de secado durante la deshidratación osmótica de fresa y su posterior deshidratación por convección. Universidad de Guanajuato, 2012: p. 161.

- [10] Keqing, X. *Optimización del secado por aire caliente de pera (variedad BLANQUILLA)*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, 2004: p. 33.
- [11] ICONTEC. (1997). Noma Técnica Colombia NTC 4103. Frutas frescas. Fresa variedad Chandler. Especificaciones. Bogotá, D.C.
- [12] Cimpa S.A.S. Insumos y tecnología para la industria alimentaria. Ficha técnica Timsen. 2013. Recuperado: <http://www.cimpaltda.com/modulo/quimicos/timsen.pdf>.
- [13] Official Methods of Analysis, A. Official Methods of Analysis of AOAC International 18th edn. W. Horwitz. 1998.
- [14] Tecnologías de la conservación y el procesamiento de los alimentos. Universidad de Purdue. 2009: p. 3. Disponible en: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/fs/fs-15-w-s.pdf>.