

Introducción

El consumo de naranja aporta grandes beneficios a la salud, debido a la presencia de varios compuestos bioactivos, entre ellos la vitamina C. Sin embargo su corta vida útil, limita su consumo. Su transformación en un producto en polvo, para posteriormente ser rehidratado como zumo, puede ser una buena alternativa para promover su consumo, además de para mejorar su estabilidad y facilidad de manejo. La liofilización es un proceso que consiste en la deshidratación del producto a baja presión y que no requiere de altas temperaturas. Sin embargo, su alto coste ha limitado su uso en la industria alimentaria. En este sentido, conocer cómo afectan las variables del proceso al tiempo de secado puede contribuir a minimizar el consumo energético.

Objetivo

Evaluar la influencia de las variables de liofilización: velocidad de congelación, temperatura de las bandejas y presión de la cámara, en la cinética de secado de un zumo de naranja.

Materiales y Métodos



Análisis de humedad



Método oficial 20.013 (AOAC, 1990)
Vaciotem-T 4001489, JP. Selecta, España



Karl-Fischer (C10S Compact, Mettler Toledo)

Modelo matemático

Debido al comportamiento general de las curvas de secado y a que en la tercera etapa de la liofilización se observa muy marcado un decaimiento exponencial, se utilizó la siguiente expresión:

$$f(x) = Ae^{-Bx}$$

El ajuste de los datos se realizó por el método de mínimos cuadrados. La expresión obtenida nos permite predecir los tiempos óptimos para generar una humedad objetivo en el producto. Para nuestro caso en particular, el 5% de humedad en el zumo de naranja liofilizado nos permite obtener un polvo con un contenido de agua dentro de los estándares permitidos para este tipo de productos.

Resultados

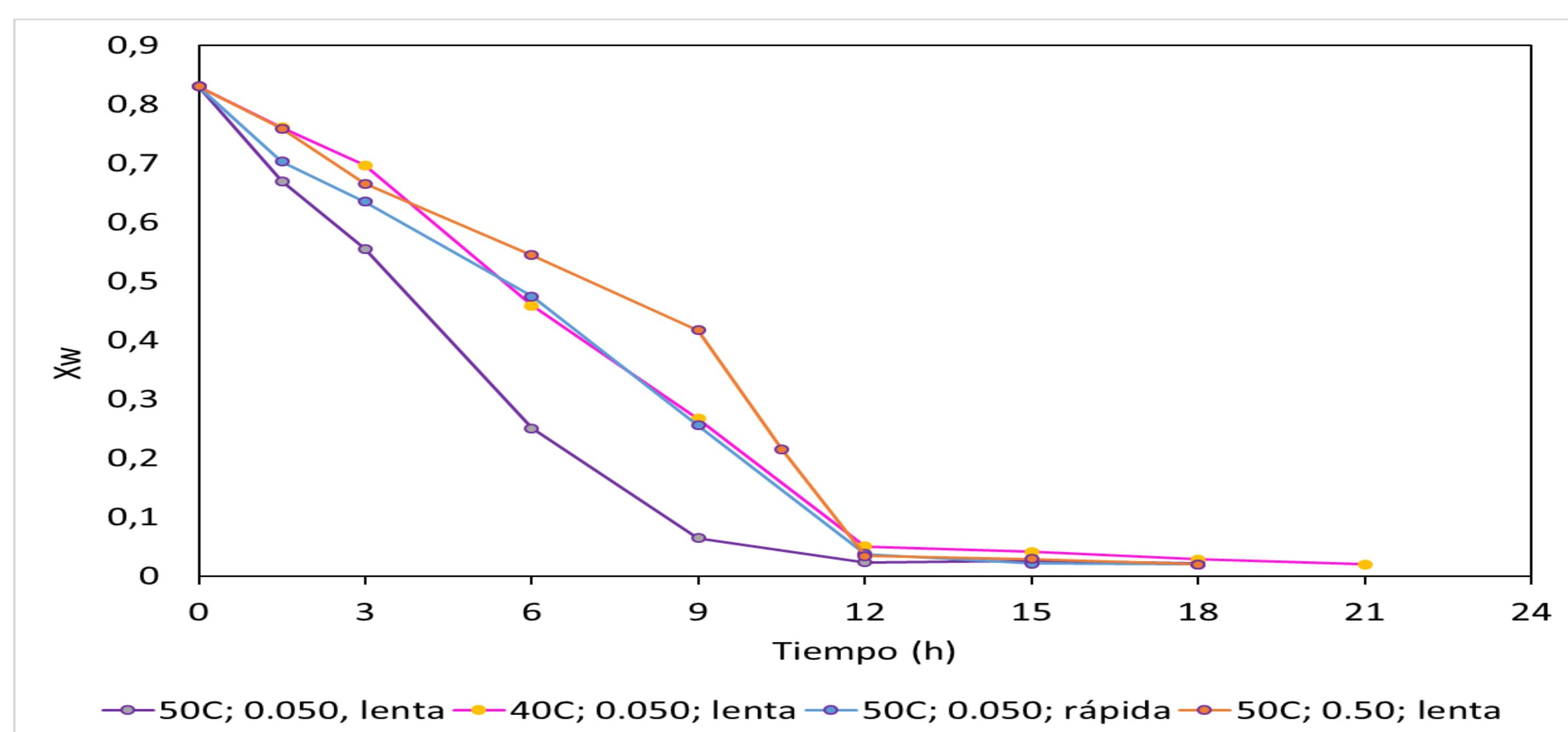


Figura 1. Cinéticas de secado a diferentes condiciones

Tabla 1. Resultados obtenidos mediante el ajuste exponencial por el método de mínimos cuadrados. Tiempo necesario para obtener producto 5% agua.

Grafica	T °C	Presión de liofilización (mbar)	Congelación	Modelo	Tiempo (h)
1	50	0.050	Lenta	$f(x) = 2,94446 e^{-0,412012x}$	12,12
2	50	0.50	Lenta	$f(x) = 5,43302 e^{-0,38343x}$	14,62
3	50	0.050	Rápida	$f(x) = 2,57933 e^{-0,281856x}$	17,24
4	40	0.050	Lenta	$f(x) = 2,16264 e^{-0,25454x}$	18,40

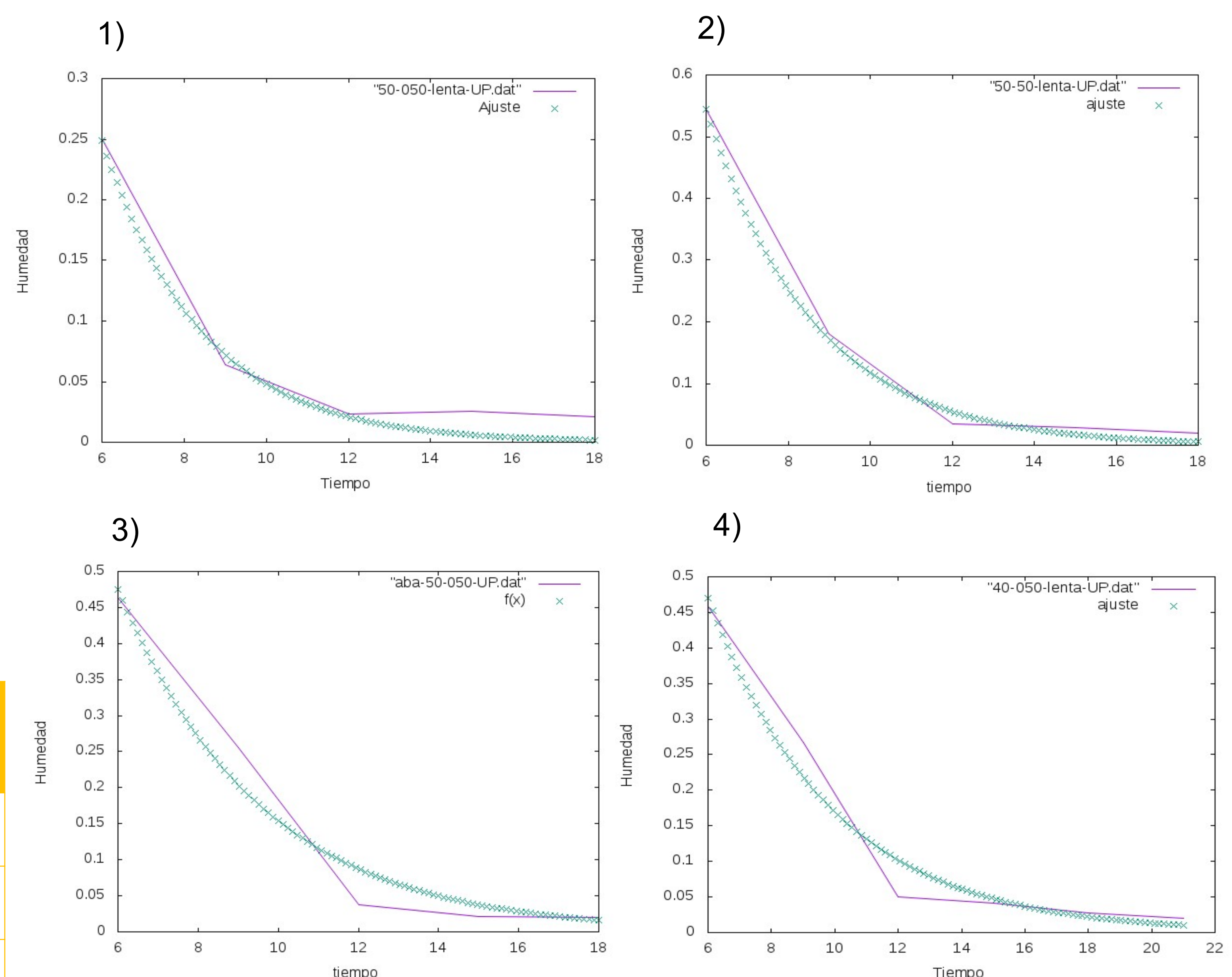


Figura 2. Curvas de secado por liofilización a las diferentes condiciones analizadas, comparadas con su respectivo ajuste por mínimos cuadrados.

CONCLUSIONES

Todas las variables analizadas mostraron efecto en los tiempos de liofilización, siendo la temperatura la que mostró mayor diferencia con respecto al resto. Según los resultados obtenidos para obtener menor tiempo de secado en zumo de naranja se recomienda congelar la muestra a una velocidad de congelación lenta debido a que se generan cristales más grandes que al momento de liofilizar se convierten en poros más grandes, favoreciendo la transferencia de masa. Con respecto a la temperatura y presión podemos concluir que una baja presión y un incremento en la temperatura de bandeja favorece la disminución en los tiempos de secado.