

SECADO SOLAR DE DURAZNOS Y CIRUELAS. INFLUENCIA DE DIFERENTES PRETRATAMIENTOS EN LA VELOCIDAD DE SECADO

D.A. Weitz* , M.A. Lara* y R.D. Piacentini*

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de diferentes métodos de pretratamiento en la velocidad de secado de duraznos y ciruelas en las condiciones operativas características del empleo de un secador solar indirecto en un clima cálido con alta humedad relativa ambiente.

Los experimentos se desarrollaron en condiciones controladas de laboratorio para evaluar la efectividad de los tratamientos y determinar su practicidad económica.

Las ciruelas fueron sometidas a diferentes pretratamientos con el objeto de modificar la cutícula cerosa de la piel de las mismas y así facilitar la transferencia de agua hacia el exterior.

El tratamiento más efectivo resultó la inmersión de las frutas frescas en una solución de oleato de metilo al 4%.

Los duraznos fueron sometidos a pretratamientos de sulfitado y "blanching". Los resultados obtenidos mostraron que el blanching produce una significativa reducción en el tiempo de secado. El tratamiento más eficiente consistió en la inmersión de los duraznos frescos en una solución con 1000 ppm de SO_2 , seguido de un blanching con agua a 100°C y posterior inmersión en agua a 10°C. El tiempo de secado de las frutas no tratadas es 1.89 veces mayor que el de las sometidas al tratamiento previamente indicado.

INTRODUCCION

Existe un creciente interés en aumentar la eficiencia del proceso de secado que utiliza energía solar como fuente calorífica. Los objetivos buscados son aumentar la velocidad de secado y mejorar las propiedades organolépticas del producto final.

Es conocido que ciertos tratamientos empleados para modificar la cutícula cerosa de la superficie de varias frutas (ciruelas, uvas, cerezas, etc.) incrementan la tasa de remoción del agua como resultado de un aumento en la permeabilidad de la piel.

Algunos productores de pasas de uva de Estados Unidos, Australia y Medio Oriente su mergen a las uvas, previo al secado, en una emulsión acuosa de derivados de ácidos grasos. Este pretratamiento duplica la tasa de remoción de la humedad. Otra práctica tradicional en el secado solar de uvas consiste en sumergirlas en emulsiones de aceite de oliva. Se emplean diferentes concentraciones del aceite combinadas con carbonatos o bicarbonatos de sodio o potasio.

Chambers y Posshingham (1963), Pointing y Mc Bean (1970) Bolin y Stafford (1980) y Eissen y col. (1985) realizaron estudios en condiciones controladas de laboratorio, analizando los efectos de distintos pretratamientos en uvas y cerezas. Pese a algu

* Grupo de Energía Solar, Instituto de Física Rosario (CONICET-UNR)
Avda. Pellegrini 250 - 2000 Rosario

nas discrepancias en sus resultados, puede inferirse de sus conclusiones que la inmersión de las frutas frescas en soluciones de ésteres de ácidos grasos, particularmente en oleato de metilo y oleato de etilo en el rango de concentraciones 2-5%, permite obtener un producto final de aspecto brillante con el menor tiempo de secado.

El secado solar directo de duraznos y damascos resulta en un producto final de apariencia translúcida y con una textura gomosa deseada. Los inconvenientes de este tipo de procesamiento son conocidos, particularmente la baja velocidad de secado, la dependencia en las condiciones climáticas y la posibilidad de infestación por insectos. Surge como alternativa la colocación del producto a secar en el interior de cámaras de secado usando energía solar o combustibles fósiles como fuente de calor. En estas circunstancias es altamente recomendable algún tipo de pretratamiento para mejorar las propiedades organolépticas tales como color o textura.

El procesamiento habitual incluye el sulfitado (en forma gaseosa o mediante inmersión de la fruta fresca en soluciones de bisulfito de sodio) y el proceso "blanching" con agua o vapor, utilizado para inactivar térmicamente las enzimas con las pérdidas mínimas de nutrientes solubles en agua (Abdelhaq y Iabuzza, 1987).

El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto en la velocidad de secado de distintos tratamientos de modificación de la cutícula cerosa en ciruelas y el efecto en el mismo parámetro de los procesos de sulfitado y blanching en duraznos, procesados ambos en un secador solar indirecto.

MATERIAL Y METODOS

Los experimentos se llevaron a cabo en un equipo de secado (Fig. 1) consistente en una cámara de secado, resistencias calefactores y un ventilador de velocidad variable.

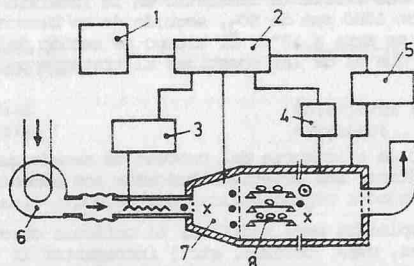


FIG.1: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO EXPERIMENTAL: 1.Computadora PC; 2.Sistema de adquisición de datos; 3.Simulador solar 4.Termohigrómetro; 5.Anemómetro de hilo caliente; 6.Ventilador centrífugo; 7.Túnel de secado; 8.Bandejas para muestras; 9.Sensores: ● Temperatura ⊙ Humedad x Velocidad del aire

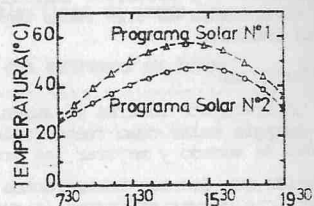


FIG.2: CICLO DE TEMPERATURAS UTILIZADO EN LOS ENSAYOS

Las frutas se colocaron sobre bandejas de aluminio en el interior de la cámara de secado en lotes de aproximadamente 0.5 kg y durante el proceso fueron reubicadas periódicamente para garantizar la uniformidad del secado. La pérdida de peso de las frutas se determinó pesando las bandejas cuatro veces al día según la siguiente secuencia: a primer hora de la mañana, al mediodía, a media tarde y al comienzo de la noche.

Se utilizaron termocuplas de cobre-constantan para medir temperaturas de bulbo se-

co en distintos puntos de la cámara de secado y sus señales fueron registradas mediante un sistema de adquisición de datos Fluke 2240 - B. La humedad relativa del interior del recinto se midió con un transmisor de humedad Vaisala HMT 14 equipado con sensores Vaisala HMT 14. La velocidad del aire de secado se midió mediante un anemómetro de hilo caliente.

En los tratamientos a las ciruelas se utilizó aceite de oliva de grado comercial y carbonato de potasio de grado técnico. Los oleatos de metilo y etilo fueron sintetizados a partir de ácido oleico puro y metanol o etanol según la técnica descrita en Vidal (1978). Se determinaron los espectros infrarrojos del ácido oleico, oleato de metilo y oleato de etilo en un espectrofotómetro Beckman Acculab 8 para garantizar la pureza de los productos de síntesis. Las frutas fueron sumergidas en las emulsiones durante dos minutos, agitándolas mecánicamente para asegurar el contacto al producto químico de toda la superficie de la fruta. Se debió trabajar con dos variedades de ciruelas (Pond's Seedling y D'Agén), para poder realizar los experimentos con frutas en óptimo grado de madurez.

En los duraznos, previo al tratamiento, se procedió a partir la fruta por la mitad y quitar el caro. El proceso de sulfitado se llevó a cabo sumergiendo la fruta en una solución con 1000 ppm de bisulfito de sodio. El blanching se realizó introduciendo los duraznos en un recipiente con agua a 100°C y posterior enfriamiento con agua a temperatura ambiente o con agua a 10°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se llevaron a cabo los experimentos de secado, reproduciendo cada día, mediante un controlador automático de temperatura, una de las secuencias de temperaturas que se indican en la Fig. N° 2. Esos datos corresponden a la temperatura del aire a la salida de colectores solares, tales como los descritos por Cortés y Piacentini (1983). La información fue obtenida en una zona próxima a Rosario durante el período de cosecha de las ciruelas y los duraznos.

La Figura N°3 muestra el efecto en la velocidad de secado de las emulsiones de aceite de oliva y de carbonato de potasio, comparándolas con las frutas no tratadas. Las condiciones de procesamiento corresponden a la secuencia diaria de temperaturas N°1 y a un valor de 0.6 m/s de la velocidad del aire de secado para la variedad Pond's Seedling. La gráfica indica la efectividad de las emulsiones del aceite de oliva y la escasa ventaja de utilizar soluciones de carbonato de sodio.

Para poder cuantificar la eficiencia de los pretratamientos se definió un parámetro denominado velocidad relativa de secado, con:

$$\frac{\text{tiempo de secado del lote de control}}{\text{tiempo de secado del lote tratado}}$$

Se seleccionó arbitrariamente una relación de pesos (peso actual/peso inicial) de 0.5 para comparar las velocidades de secado.

La Figura N°3 indica una velocidad relativa de secado de 1.8 para la solución de aceite de oliva al 4% + K_2CO_3 al 2%, y 1.65 para la solución de aceite de oliva al 4% + K_2CO_3 al 2% para una relación de pesos de 0.5 y ciruelas no tratadas como el lote de control.

La Fig. N°4 muestra la efectividad de las emulsiones de los ésteres de ácidos grasos para la variedad D'Agén secadas bajo las mismas condiciones de procesamiento. Usando la emulsión de aceite de oliva como el lote de control, se obtuvo una velocidad relativa de secado de 2.2 para la solución de oleato de metilo al 4%, 1.6 para oleato de metilo al 2% y 1.5 para la emulsión de oleato de etilo al 2%.

En la Fig. N°5 se muestran los tiempos de secado para ciruelas de la variedad D'Agén procesadas con la secuencia de temperaturas N°2 y con una velocidad del aire de secado de 0.4 m/s. Utilizando la solución de aceite de oliva como el lote de control, se encontraron valores de 1.7 y 1.5 para el oleato de metilo y el oleato de etilo respectivamente. Utilizando ciruelas no tratadas como el lote de control los valores obtenidos fueron 2.75 y 2.4 para las soluciones de los ésteres de ácidos grasos, 1.62 para la emulsión de aceite de oliva al 2% + K_2CO_3 al 2% y 1.09 para

el carbonato de potasio (se encontró el mismo valor cuando se calculó con los datos de la Fig. N°3).

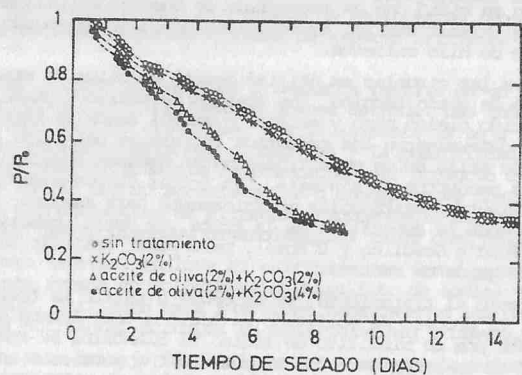


FIG. N°3: CURVAS DE SECADO DE CIRUELAS
VARIEDAD: POND'S SEEDLING - VELOC. AIRE 0,6 M/S - PROGRAMA SOLAR N°1

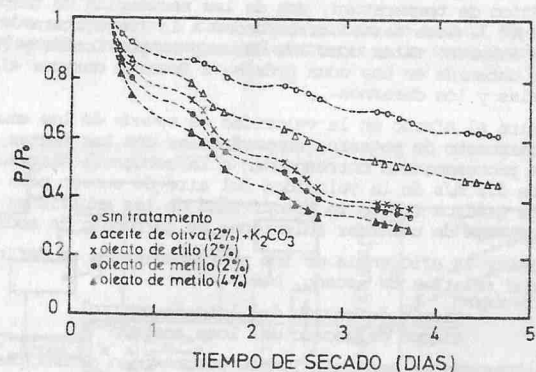


FIG. N°4: CURVAS DE SECADO DE CIRUELAS
VARIEDAD: D'AGEN - VELOC. AIRE 0,6 M/S - PROGRAMA SOLAR N°1

Los resultados obtenidos indican que bajo las condiciones de procesamiento de baja intensidad, características del secado solar indirecto, el transporte de agua a través de la superficie de la ciruela es la etapa controlante del proceso. La inmersión de las ciruelas en las emulsiones produce una modificación de la cutícula cerosa, incrementando los grupos hidrofílicos en la superficie. Este incremento se debe a la unión reversible de los ácidos grasos de cadenas largas con sus ésteres. Los grupos hidrofílicos conforman una secuencia de sitios de unión que facilitan la transferencia de agua a través de la superficie, incrementándose de esta manera la velocidad de secado.

Las experiencias con duraznos se realizaron con la secuencia de temperaturas N°1 y 0.6 m/s de velocidad del aire. Para calcular la velocidad relativa de secado se seleccionó una relación de pesos de 0.3 y duraznos sin tratamientos como el lote de control (Fig. N°6).

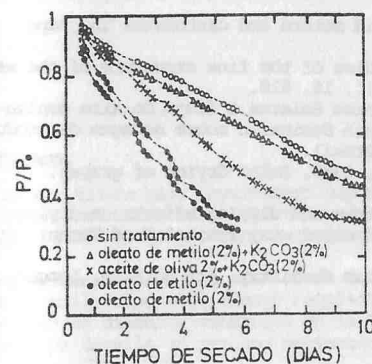


FIG. N°5: CURVAS DE SECADO DE CIRUELAS
VARIEDAD: D'AGEN - VELOC. AIRE 0,4 M/S - PROGRAMA SOLAR N°2

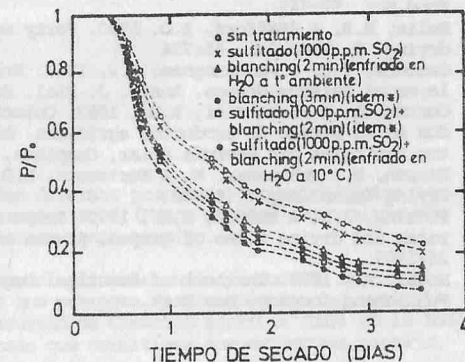


FIG. N°6: CURVAS DE SECADO DE DURAZNOS
VELOC. AIRE 0,6 M/S - PROGRAMA SOLAR N°1

Los valores calculados se detallan en la tabla N° 1. Los resultados obtenidos muestran la importante ventaja del blanqueo, y en particular, del tratamiento combinado (sulfitado-blanqueo) en el incremento de la velocidad de secado. Además estas prácticas mejoran apreciablemente las propiedades organolépticas del producto final.

Tratamiento	Velocidad relativa del secado	Observación
Sulfitado (1000 ppm SO ₂)	1.136	-
Blanqueo 2 min	1.603	Con posterior enfriamiento con agua temperatura ambiente.
Blanqueo 3 min	1.672	"
Sulfitado-blanqueo 2 min	1.794	"
Sulfitado-blanqueo 2 min	1.887	Con posterior enfriamiento con agua a 10°C.

TABLA 1: Velocidad relativa de secado de los lotes de duraznos.

AGRADECIMIENTOS:

Los autores desean agradecer a Edgardo Mondino y Enzo Mondino por la colaboración prestada durante el desarrollo del trabajo.

REFERENCIAS

- Abdelhaq, E.H. & Labuza, T.P., 1987. Air drying characteristics of apricots. *J. Food Sci.* 52:342
- Bolin, H.R. & Stafford, A.D. 1980. Fatty acid esters and carbonates in grape drying. *J. Food Sci.* 45:754
- Cambers, T.C. & Posshingham, J.V. 1963. Studies of the fine structure of the wax layer of Saltana Grapes. *Austr. J. Biol. Sci.*, 16, 818.
- Cortés, A. & Piacentini, R.D., 1983. Colectores Solares a flujo de aire empleados en el secado de productos agrícolas. *Anais Seminario sobre secagem de produtos agrícolas con energia solar.* Campinas, Brasil.
- Eissen, W.; Muhlbauer, W. & Kurtzbach, H.D., 1985. Solar drying of grapes. *Drying Technology* 3 (1):63.
- Ponting, J.D. & McBean, D.M., 1970. Temperature and dipping effects on drying rates and drying times of grapes, prunes and other waxy fruits. *Food Techn.* 24:1403.
- Vogel, A., 1978. *Textbook of Practical Organic Chemistry.* 4th Edition, Longman Publishing Company, New York.