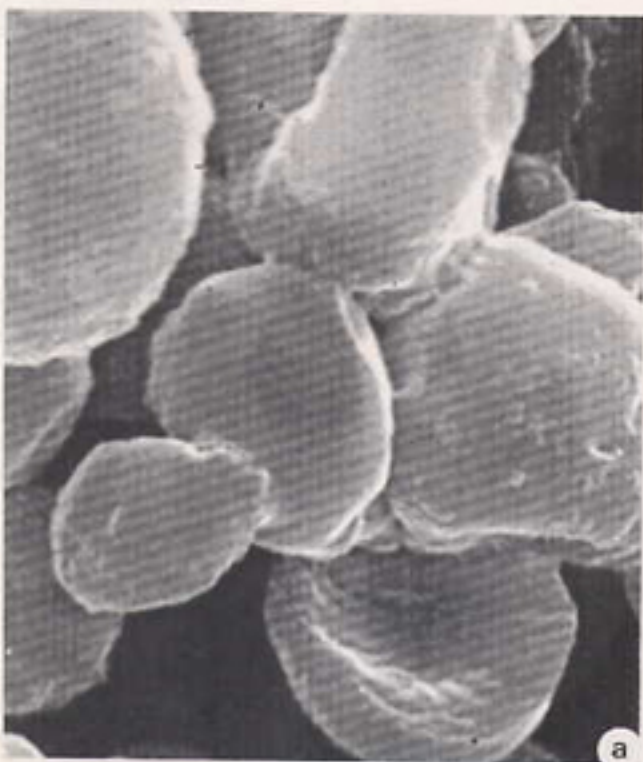


REVITECA

Revista en
Tecnología
y Ciencia
Alimentaria

Publicación Semestral del Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos * Vol. 3 No. 1-2, 1994 *

Análisis Cinético Ultraestructural de la Lipólisis de los Glóbulos Grasos Lácteos



Micrografía electrónica de barrido de glóbulos grasos lácteos

Se analizó cinética y estructuralmente la acción de la lipasa pancreática sobre la grasa de leches naturales (de vaca y humana) y homogeneizadas, mediante el estudio de los glóbulos grasos lácteos y sus membranas. Se encontró que la reacción *in vitro* de la enzima con las leches homogeneizadas fue más rápida que con las leches naturales.

Además, se observó una proporción mayor de glóbulos grasos lácteos... (ver pág. 28)

Cinéticas de deshidratación con aire caliente de zanahoria (*Daucus caroto*) en rodajas

Se realizó el estudio de las cinéticas de secado con aire caliente de rodajas de zanahoria escaldadas. Se evaluaron diferentes temperaturas (60, 70, y 80 °C), humedades absolutas del aire (12 y 55 g agua/kg aire seco) y velocidades del aire (0,5, 1,5 y 2,1 m/s). Se encontró un... (ver pág. 1)

La preservación de pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) por métodos combinados

Se estudió la tecnología de factores combinados en la preservación de pulpa de guayaba. Se emplearon cuatro factores de conservación en tres niveles de aplicación cada uno, mediante un diseño factorial fraccionario 3^4 : adición de... (ver pág. 11)

El análisis de superficies de respuesta en la preservación de pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) por métodos combinados en el nivel industrial

Se estudió el uso de factores combinados para preservar la pulpa de guayaba a temperatura ambiente en el nivel industrial. Con los datos de un estudio anterior en el nivel piloto, y... (ver pág. 19)

Supervivencia del *Vibrio cholerae* y *V. parahaemolyticus* en el ceviche

Se estudió la supervivencia de *Vibrio cholerae* y *V. parahaemolyticus*, en ceviche preparado con una formulación estandarizada en Costa Rica. Se inoculó el pescado troceado para... (ver pág. 38)

Revista Semestral publicada por el
Centro de Investigación en
Tecnología de Alimentos

Director del CITA
Luis Fernando Arias Molina

Editor
Ricardo Quirós Castro

Consejo Editorial
Ing. Luis Fernando Arias Molina
Ing. Fernando Aguilar Villarreal
Ana Ruth Bonilla Leiva, Ph. D.
Lic. Vera García Cortes
Víctor Lobo Di Palma, M. Sc.
Juan Manuel Esquivel Kruse, M. Sc.

Diagramación
Jeanina García Ureña

La responsabilidad de los trabajos firmados es de sus autores y no del CITA, excepto cuando se indique expresamente lo contrario.

La mención de cualquier empresa o procedimiento patentado no supone su aprobación por parte del CITA.

Los artículos incluidos en REVITECA pueden reproducirse libremente siempre y cuando se haga mención expresa de su procedencia y se envíe copia al Consejo Editorial.

Correspondencia por canje y suscripciones
Universidad de Costa Rica - Centro de
Investigaciones en Tecnología de Alimentos
REVITECA
San José - Costa Rica
Telex UNICORI 2544
Tels. 225-9885 / 224-8027 / 207-4212 / 207-4701

La presente edición de REVITECA es patrocinada por la Fundación para la Investigación Agroindustrial Alimentaria (FIAA).

Cinéticas de deshidratación con aire caliente de zanahoria (*Daucus caroto*) en rodajas

Ana M. Rodríguez-Sibaja 1
Pedro Fito-Maupoe 1

La preservación de pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) por métodos combinados

Floribeth Viquez-Rodríguez 11

El análisis de superficies de respuesta en la preservación de pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) por métodos combinados en el nivel industrial

Floribeth Viquez-Rodríguez 19
Catalina García-Santamaria 19

Análisis cinético ultraestructural de la lipólisis de los glóbulos grasos lácteos

Teresita Rodríguez-Salas 28
Francisco Hernández-Chavarría 28
Julio Francisco Mata-Segreda 28

Supervivencia del *Vibrio cholerae* y *V. parahaemolyticus* en el ceviche

Priscilla Alvarado-Marengo 38
Vera García-Cortes 38

CINETICAS DE DESHIDRATACION CON AIRE CALIENTE DE ZANAHORIA (*Daucus caroto*) EN RODAJAS

Ana M. Rodríguez-Sibaja*; Pedro Fito-Maupoe**

ABSTRACT

HOT AIR DEHYDRATION KINETICS OF CARROT SLICES

Hot air drying kinetics of blanched carrot slices were studied using 3 different air drying temperatures (60, 70 and 80 °C), 2 absolute humidities (12 and 55 g water/kg dry air), and 3 air velocities (0,5, 1,5, and 2,5 m/s).

The best conditions found for the dehydration of carrot slices were: drying temperature 70 °C, air humidity between 12 and 55 g water/kg dry air, and 1,5 m/s minimum air velocity. At higher temperature the process rate was increased but organoleptic properties were modified.

To evaluate the effect of blanching on the quality of the dehydrated product, the optimum drying conditions determined for blanched carrots were used for unblanched ones. Blanched carrots had a more uniform and intense color than the unblanched. Also, blanching favored dehydration by increasing the drying kinetics.

RESUMEN

Se realizó el estudio de las cinéticas de secado con aire caliente de rodajas de zanahoria escaldadas. Se evaluaron diferentes temperaturas (60, 70 y 80 °C), humedades absolutas (12 y 55 g agua/kg aire seco) y velocidades del aire (0,5, 1,5 y 2,1 m/s). Se encontró un importante efecto de la temperatura en el proceso de secado: a mayores temperaturas el proceso se acelera, sin embargo la calidad sensorial se ve modificada. Las mejores condiciones para la deshidratación de zanahoria en rodajas encontradas fueron: una temperatura del aire de 70 °C, una humedad absoluta que puede oscilar entre 12 y 55 g agua/kg aire seco y una velocidad del aire, como mínimo, de 1,5 m/s.

Las mejores condiciones establecidas en el ensayo fueron utilizadas con rodajas de zanahoria sin escaldar con el fin de evaluar el efecto de este tipo de pretratamiento. Se observó una mayor uniformidad e intensidad en el color de las zanahorias que fueron escaldadas antes de la deshidratación. Se encontró, además, que el escaldado favorece la deshidratación debido a un incremento en la cinética de secado con respecto a aquellas zanahorias sin escaldar.

INTRODUCCION

La zanahoria, catalogada mundialmente como una excelente fuente de vitamina A, no tiene en Costa Rica, una estabilidad en su oferta (MAG, 1989), razón por la cual se hace necesaria su utilización en la elaboración de subproductos. Las alternativas de aprovechamiento de las zanahorias son muchas, entre ellas se puede citar su uso industrial en la elaboración de salsas, encurtidos, ensaladas, producción de vegetales mixtos y como producto deshidratado pueden usarse para la elaboración de sopas, en alimentos preparados y como alimento crudo o cocinado después de rehidratado.

*Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos - CITA. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

**Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. España.

En el campo de los vegetales deshidratados, la zanahoria se encuentra entre las principales hortalizas que se comercializan en el ámbito mundial (UNCTAD/GATT, 1993).

El proceso típico para la deshidratación de zanahorias se inicia con una selección de la materia prima, un lavado, pelado y troceado de las zanahorias, posteriormente se pueden aplicar diversos pretratamientos al secado, entre los que se pueden citar, el escaldado y el sulfitado y por último se realiza el proceso de secado (Van Arsdel *et al.*, 1973).

Dentro de las características más importantes que debe tener la zanahoria para deshidratar son: estar madura, tener un color intenso, uniforme y profundo, con altos contenidos de carotenos y de sólidos solubles, estar ausente de fibras, de suciedad y de daños mecánicos (Pantástico, 1975; Van Arsdel *et al.*, 1973). Las variedades que pueden ser utilizadas son la Chantenay (que tiene un color brillante e intenso y tiene muy poco corazón) así como las variedades Red Core, Nantes, Imperator, Danvers, Long Orange, Giganta y Scarla (Van Arsdel *et al.*, 1973). El lavado de las zanahorias puede realizarse con aspersores y por inmersión en agua. El pelado se puede llevar a cabo químicamente sumergiéndolas en una solución a ebullición al 5% de NaOH por un período de 2 a 4 min o se puede hacer uso del pelado con vapor directo (30 s a 100lb/plg² de presión) o mecánico (Greensmith, 1971). El troceado puede hacerse manualmente o mediante métodos mecánicos. El tamaño del trozo dependerá de su utilización posterior. Las zanahorias de diámetros grandes pueden ser utilizadas para la elaboración de cubos, y las de diámetros pequeños para rodajas (Van Arsdel *et al.*, 1973). Sin embargo, las zanahorias pueden ser deshidratadas en cubos, tiras o rodajas según sea la preferencia del consumidor. Inmediatamente después del troceado las zanahorias son escaldadas con vapor directo por períodos que oscilan entre 3 y 8 min (Van Arsdel *et al.*, 1973) o con agua a 90 °C por 3 min (Greensmith, 1971). El escaldado de las zanahorias se realiza con el fin de inactivar algunas enzimas que pueden degradar el color anaranjado (β - carotenos) durante su procesamiento (Benterud, 1976; Park, 1987), además, provoca el cocimiento parcial de los tejidos haciendo las

membranas celulares más permeables a la transferencia de humedad, lo cual incrementa la razón de secado y hace más rápido y completo el proceso de deshidratación (Van Arsdel *et al.*, 1973). La degradación de β -carotenos está asociada con el desarrollo de olores y sabores desagradables. (Baloch *et al.*, 1987) mencionan que la inmersión de las zanahorias en soluciones de sulfito en concentraciones de 0.1 a 1.0% es beneficioso para obtener una mayor estabilidad de los carotenos. Finalmente, el proceso de secado puede realizarse haciendo uso de secadores de aire caliente de manera que se obtenga una humedad final en el producto inferior o igual a 10%. Esta etapa puede realizarse a diferentes condiciones de temperatura, humedad y velocidad del aire, según sea el tipo de secador, carga de alimentación, forma y tamaño del producto (Van Arsdel *et al.*, 1973).

El objetivo principal de este trabajo fue estudiar diversas temperaturas, humedades y velocidades del aire de secado para la deshidratación con aire caliente de zanahoria en rodajas, con el fin de seleccionar las condiciones más apropiadas para su utilización por el sector industrial de Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

Materia Prima

Las zanahorias (*Daucus caroto*) empleadas en el desarrollo del proyecto fueron de la variedad Chantenay, provenientes de la ciudad de Tierra Blanca, provincia de Cartago, Costa Rica.

Metodología

Proceso de deshidratación

En la Figura 1 se muestra el proceso empleado en la deshidratación de las rodajas de zanahoria.

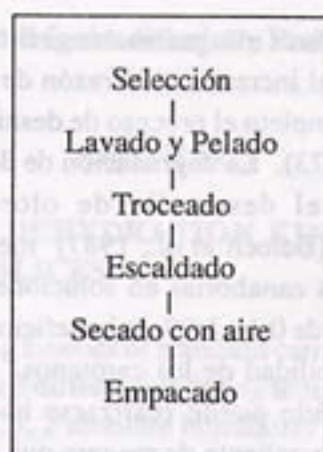


Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de zanahorias en rodajas deshidratadas.

El lavado se realizó sumergiendo las zanahorias en agua a temperatura ambiente (19 °C) y eliminando manualmente las impurezas y suciedad. El pelado se realizó de forma manual y además se empleó una inmersión de las zanahorias en lejía (NaOH) al 5% a ebullición por 1,5 min. Se trabajó con zanahorias en rodajas de 0,4 cm de espesor y con un diámetro entre 3,5 y 4,0 cm. El escaldado se realizó con vapor directo durante 5 min.

Estudio del secado de zanahorias

El estudio de deshidratación de las rodajas de zanahoria comprendió la elaboración de las cinéticas de secado bajo diferentes condiciones. Se emplearon tres temperaturas de aire (60, 70 y 80 °C), dos humedades absolutas (12 y 55 g agua/kg aire seco) y una velocidad del aire de 2,5 m/s. Posteriormente, con las mejores condiciones de secado encontradas se realizaron ensayos a velocidades de aire de 0,5 y 1,5 m/s. Las cinéticas se llevaron hasta que el producto alcanzó una humedad final de 10%.

Adicionalmente, se realizaron las cinéticas de secado a 70 °C, 12 g agua/kg aire seco y 2,5 m/s de rodajas de zanahoria sin escaldar, para establecer el efecto del escaldado sobre este tipo de productos.

Para realizar el estudio se empleó el secador piloto de aire caliente con flujo perpendicular al producto

(Figura 2). La carga en la bandeja fue de 132 g aproximadamente, que equivale a una sola capa de rodajas de zanahoria.

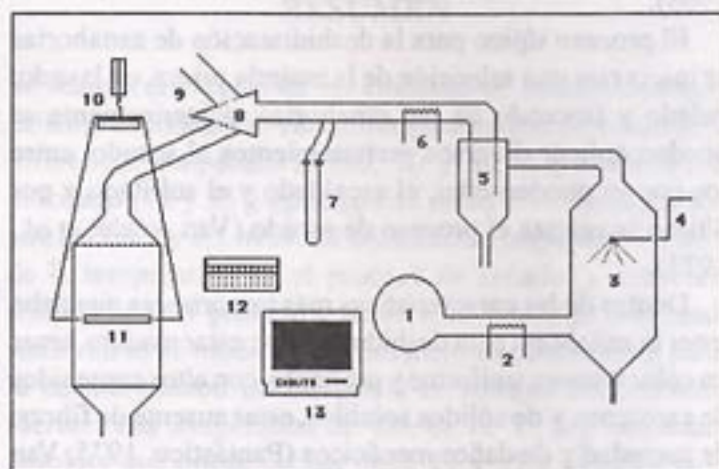


Figura 2. Diagrama del sistema piloto de secado con aire caliente.

1 ventilador centrífugo, 2 resistencia para precalentamiento del aire, 3 humidificador del aire, 4 vapor, 5 "ciclón", 6 resistencia de calentamiento del aire, 7 manómetro, 8 bifurcador, 9 desvío del aire, 10 sistema de determinación de masa, 11 celda de secado, 12 medidor de temperaturas, 13 almacenamiento de datos por computadora.

Análisis sensorial de las zanahorias deshidratadas

Las rodajas de zanahoria deshidratadas fueron analizadas sensorialmente de manera informal en cuanto al color y sabor, luego de ser rehidratadas por inmersión en agua a ebullición durante 20 min.

Análisis químicos y físicos

Los análisis físicos y químicos realizados al producto final fueron: humedad (No. 22.013 AOAC, 1980), actividad de agua (a_w) (Novasina) y color (Hunter-Lab). Dichos análisis se elaboraron por duplicado para dos corridas diferentes.

Análisis estadístico de resultados

Las cinéticas de secado de las zanahorias para cada temperatura del estudio y humedad del aire fueron analizadas estadísticamente graficando el logaritmo natural de la razón de humedad en el tiempo t sobre la humedad inicial, con respecto al tiempo ($\ln H/H_0$ vs T). Para ello se empleó la regresión lineal obtenida mediante el paquete de análisis estadísticos "Statistical Package for the Social Sciences" (SPSS).

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de la temperatura del aire

En las Figuras 3 y 4 se puede observar el efecto de la temperatura en el secado de zanahorias en rodajas escaldadas secadas a una humedad de aire de 0,012 y 0,055 kg agua /kg aire seco respectivamente.

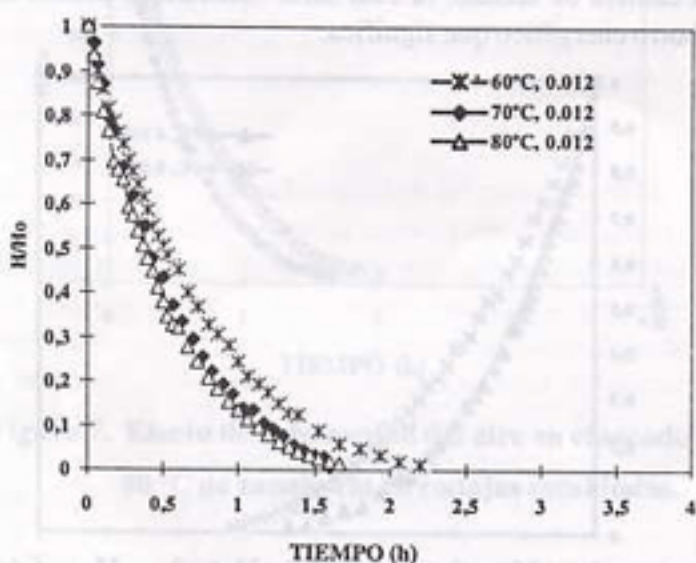


Figura 3. Efecto de la temperatura del secado de rodajas de zanahoria escaldadas bajo una humedad de aire de 0,012 kg agua /kg aire seco.

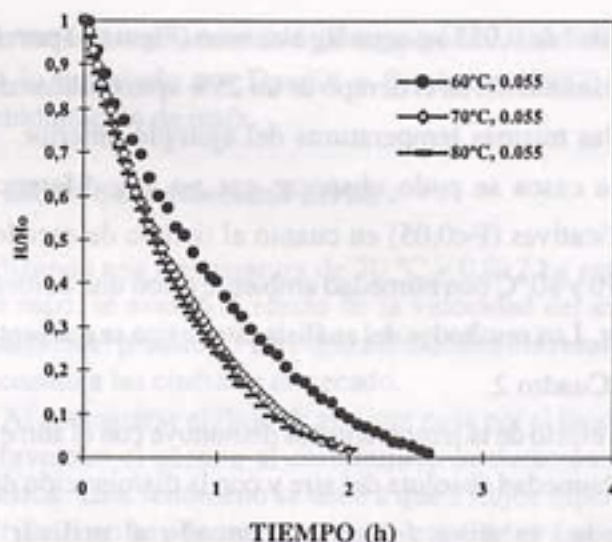


Figura 4. Efecto de la temperatura del secado de rodajas de zanahoria escaldadas bajo una humedad de aire de 0,055 kg agua /kg aire seco.

Se encontró que al aumentar la temperatura de secado se favorece la razón de pérdida de humedad para este tipo de producto. Este fenómeno ocurre porque el calor es uno de los factores de mayor importancia para que se lleve a cabo el proceso de secado, y tal y como lo describen Daudin y Bimbenet (1982), en el período donde el rango de secado es decreciente, el proceso es controlado enteramente por la difusión interna del agua (control interno del proceso) y por lo tanto, el incremento en la temperatura del aire aumenta la temperatura del producto, y como consecuencia, también se incrementa el coeficiente de difusión de agua y el rango de secado.

Con la utilización de aire en condiciones ambientales (0,012 kg agua/kg aire seco), al pasar de una temperatura de 60 a 80 °C, se emplea aproximadamente un 30% menos del tiempo total del proceso. Estadísticamente se comprobó que hay diferencias significativas ($P < 0,05$) en los procesos de secado a 60 y 70 °C. El uso de aire de secado con una

humedad de 0,055 kg agua/kg aire seco (Figura 4) provoca una disminución en el tiempo de un 25% aproximadamente para las mismas temperaturas del ejemplo anterior. En ambos casos se pudo observar que no hay diferencias significativas ($P < 0,05$) en cuanto al tiempo de secado al usar 70 y 80 °C con humedad ambiente o con una humedad mayor. Los resultados del análisis estadístico se encuentran en el Cuadro 2.

El efecto de la temperatura se disminuye con el aumento en la humedad absoluta del aire y con la disminución de la humedad relativa del aire de secado al utilizar las temperaturas mayores. Este fenómeno se ha presentado de igual forma para el caso de la deshidratación de banano según lo describen Bustamante y Kopper (1991). Con humedades absolutas relativamente altas como lo es el caso de 0,055 kg agua/kg aire seco, el aumento de la temperatura de secado de zanahorias en rodajas más allá de 70 °C no implica un ahorro significativo en el tiempo del proceso de deshidratación.

Es importante observar que tanto con la humedad ambiental en el aire de secado como con 0,055 kg agua/kg aire seco, la pérdida de agua en el producto es más acelerada en los primeros 45 min de secado, posteriormente, la razón de pérdida de agua con respecto al tiempo disminuye considerablemente hasta que tiende a ser constante. Esta disminución en la rapidez de secado comienza cuando ya no existe agua libre en la superficie del producto, y el agua ligada tiene que recorrer todo el espesor del producto para evaporarse (Bimbenet, 1984; Geankoplis, 1986). Además, la difusión del agua en el medio varía mucho con la humedad: mientras más seco se encuentre el producto, menos permeable será al agua (Bimbenet, 1984).

Efecto de la humedad del aire

El efecto de la humedad del aire para cada una de las temperaturas del estudio de secado de las zanahorias en rodajas escaldadas se puede observar claramente en las Figuras 5, 6 y 7. El empleo de la humedad en el aire de secado en términos generales retarda el proceso de deshidratación de estas hortalizas, lo que significa que la razón de pérdida de humedad es inferior, sin embargo este efecto se reduce al aumentar la temperatura, con lo cual se ve disminuida la humedad relativa del aire y por lo tanto hay mayor potencial para deshidratar. Este mismo fenómeno ha sido observado en la deshidratación de algunas frutas como papaya, mango, piña y banano por Bustamante y Kopper (1991).

Estadísticamente se detectaron diferencias significativas ($P < 0,05$) a las tres temperaturas del estudio para las zanahorias escaldadas (Cuadro 2), observándose que el empleo de la humedad en el aire de secado hace los procesos más largos; sin embargo, al ser los tiempos de secado relativamente cortos, podría permitirse la utilización de este tipo de aire y así aprovechar una posible recirculación en la cámara de secado, la cual sería beneficiosa debido al ahorro energético que significa.

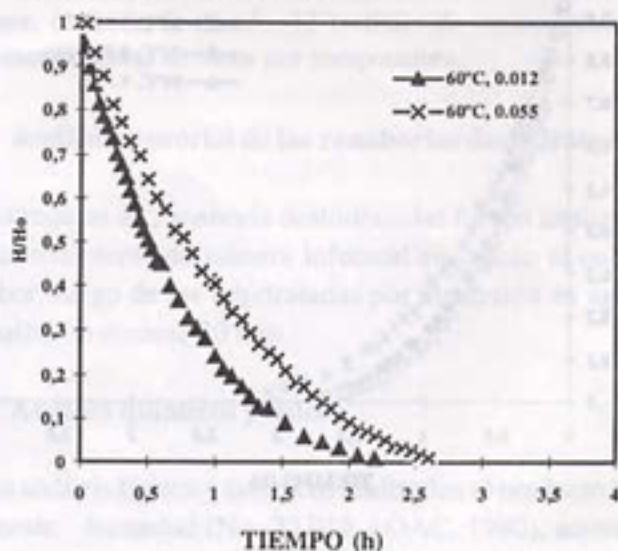


Figura 5. Efecto de la humedad del aire en el secado a 60 °C de zanahoria en rodajas escaldadas.

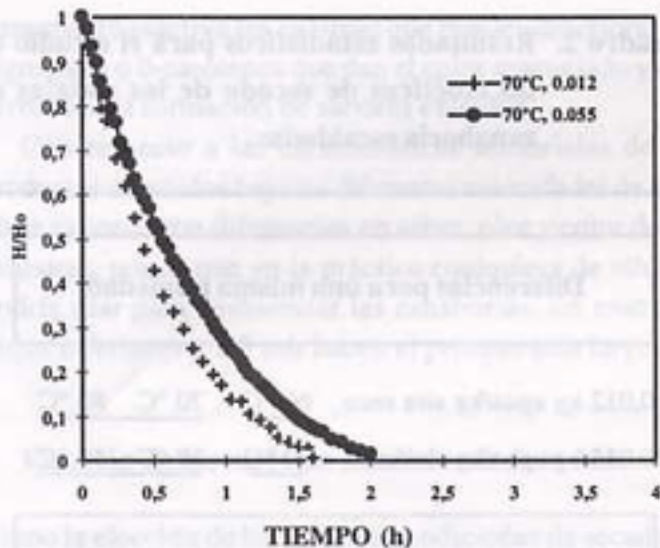


Figura 6. Efecto de la humedad del aire en el secado a 70 °C de zanahoria en rodajas escaldadas.

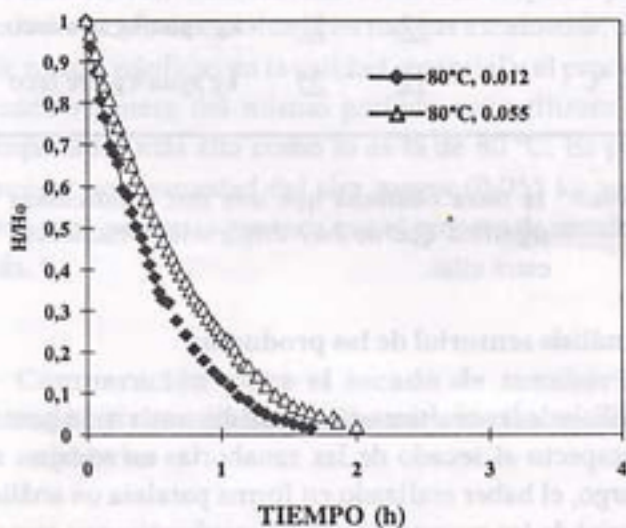


Figura 7. Efecto de la humedad del aire en el secado a 80 °C de zanahoria en rodajas escaldadas.

Al comparar el efecto de la humedad con el efecto de la temperatura del aire en el secado de las rodajas de zanahoria, es posible concluir que este último es mucho más acentuado que el primero puesto que hay mayores

diferencias con el aumento de la temperatura. Esto coincide con lo reportado por Daudin y Bimbenet (1982) en la deshidratación de maíz.

Efecto de la velocidad del aire

Utilizando una temperatura de 70 °C y 0,012 kg agua/kg aire seco, se evaluó el efecto de la velocidad del aire de secado en el producto. La Figura 8 muestra los resultados en cuanto a las cinéticas de secado.

Al aumentarse el flujo de aire que pasa por el producto, se favorece el secado al disminuirse la duración de la cinética. Este fenómeno se debe a que a flujos superiores de 1,5 m/s no hay formación de una capa de aire saturado de humedad sobre el producto y por lo tanto las resistencias externas se hacen despreciables, teniéndose una mayor difusión del agua y la deshidratación se lleva a cabo de manera más rápida (Cheftel *et al.*, 1983). Es importante notar como flujos mayores de 1,5 m/s no significan un período de secado menor, mientras que pasar de 0,5 a 1,5 m/s significa un ahorro de casi un 50% en el tiempo de secado.

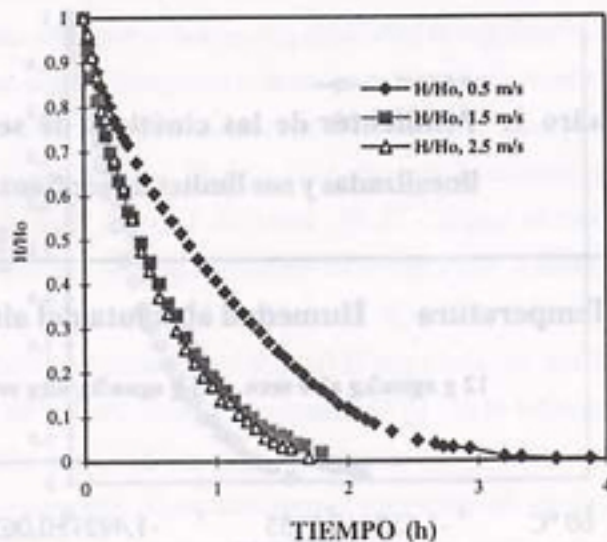


Figura 8. Efecto de la velocidad del aire en el secado de zanahorias escaldadas en rodajas secas a 70 °C y 0,012 kg agua/kg aire seco.

Análisis estadístico de las cinéticas de secado

El Cuadro 1 muestra los resultados del análisis estadístico de las cinéticas de secado para las zanahorias escaldadas en rodajas a las diferentes temperaturas y humedades del estudio. Se presentan en dicho cuadro las pendientes y los límites de variación para las cinéticas de secado linealizadas ($\ln H/H_0$ vs T). El Cuadro 2 muestra las diferencias estadísticas entre las cinéticas. Es posible observar, tal y como se mencionó anteriormente, que no existen diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las cinéticas de 70 y 80 °C para las dos humedades de aire estudiadas; asimismo, es posible resaltar que hay diferencias estadísticas si se comparan las dos humedades del aire a 70 y a 80 °C.

Cuadro 1. Pendientes de las cinéticas de secado linealizadas y sus límites de confianza.

Temperatura	Humedad absoluta del aire	
	12 g agua/kg aire seco	55 g agua/kg aire seco
60 °C	-1,5326±0,0253	-1,4921±0,0639
70 °C	-2,1587±0,0560	-1,7961±0,0499
80 °C	-2,2704±0,0539	-1,7788±0,0381

Cuadro 2. Resultados estadísticos para el estudio de las cinéticas de secado de las rodajas de zanahoria escaldadas.

Diferencias para una misma humedad			
0,012 kg agua/kg aire seco	<u>60 °C</u>	<u>70 °C</u>	<u>80 °C</u>
0,055 kg agua/kg aire seco	<u>60 °C</u>	<u>70 °C</u>	<u>80 °C</u>
Diferencias para una misma temperatura			
60 °C	<u>12</u>	<u>55</u>	kg agua/kg aire seco
70 °C	<u>12</u>	<u>55</u>	kg agua/kg aire seco
80 °C	<u>12</u>	<u>55</u>	kg agua/kg aire seco

Nota: la línea continua que une dos condiciones significa que no hay diferencias estadísticas entre ellas.

Análisis sensorial de los productos

El análisis de las cinéticas de secado dio una visión general con respecto al secado de las zanahorias en rodajas, sin embargo, el haber realizado en forma paralela un análisis sensorial de las muestras permitió profundizar en torno a las características del producto bajo las diversas condiciones de secado.

En el análisis sensorial de las zanahorias escaldadas, no se encontraron diferencias en color ni sabor para las diferentes condiciones de temperatura y una misma humedad del aire, ni para las diferentes humedades bajo una misma temperatura. Lo anterior hace concluir que el escaldado de las rodajas de zanahorias provoca una uniformidad en su color y sabor, esto por cuanto el tipo de

tratamiento inactiva las enzimas que pueden deteriorar los pigmentos o β -carotenos que dan el color anaranjado y que favorecen la formación de sabores extraños.

Con respecto a las características sensoriales de los productos obtenidos bajo las diferentes velocidades de aire, no se encontraron diferencias en sabor, olor y color de las muestras, por lo que en la práctica cualquiera de ellas se podría usar para deshidratar las zanahorias, sin embargo flujos inferiores a 1,5 m/s hacen el proceso más largo.

Elección de las mejores condiciones de secado

Como la elección de las mejores condiciones de secado de alimentos está muy ligada a la calidad de los productos y a la eficiencia de los procesos, las condiciones de 70 °C, humedad ambiental y 1,5 m/s como mínimo de velocidad del aire fueron establecidas como las mejores para la deshidratación de zanahoria en rodajas escaldadas, puesto que no hay pérdidas en la calidad sensorial y el proceso de secado requiere del mismo período que utilizando una temperatura más alta como lo es la de 80 °C. Es posible emplear una humedad del aire mayor (0,055 kg agua/kg aire seco), pero esto provoca que el proceso de secado dure más.

Comparación entre el secado de zanahorias en rodajas sin escaldar y las zanahorias en rodajas escaldadas

En la Figura 9 se muestra el efecto de la aplicación del escaldado como pretratamiento al secado de las zanahorias en rodajas para una temperatura de 70 °C. En términos generales, para este tipo y forma de producto, el escaldado disminuye el tiempo del proceso de deshidratación. Este efecto pudo deberse a que el escaldado cocina y rompe parcialmente los tejidos y suaviza las membranas celulares,

volviéndolas más permeables a la transferencia de humedad, asimismo se incrementa la razón de secado, la deshidratación es más rápida y completa y por lo general la textura mejora (Van Arsdel *et al.*, 1973). Mazza (1983) indica que la pérdida de sólidos solubles durante el escaldado incrementa la razón de secado. Además, se logró la evaporación de agua provocada por el calentamiento del proceso de escaldado y el posterior enfriamiento de las rodajas, lo cual hace pasar de una humedad inicial de 87,3% en la zanahoria fresca a una de 85,0% después del escaldado.

Es importante anotar que con el uso de humedades mayores en el aire de secado, al aumentarse la temperatura del aire del proceso, las diferencias en las cinéticas de secado de las zanahorias escaldadas y sin escaldar se hacen pequeñas en cuanto al tiempo de proceso (Figura 10).

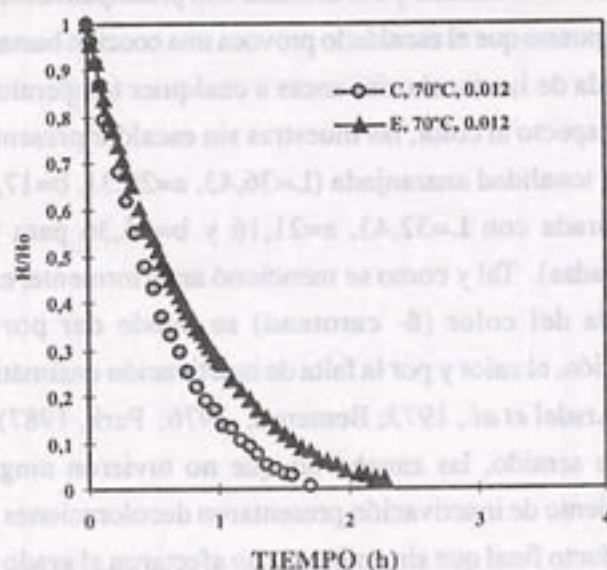


Figura 9. Efecto del escaldado en el secado de rodajas de zanahoria a 70 °C con humedad del aire de 0,012 kg agua/kg aire seco.

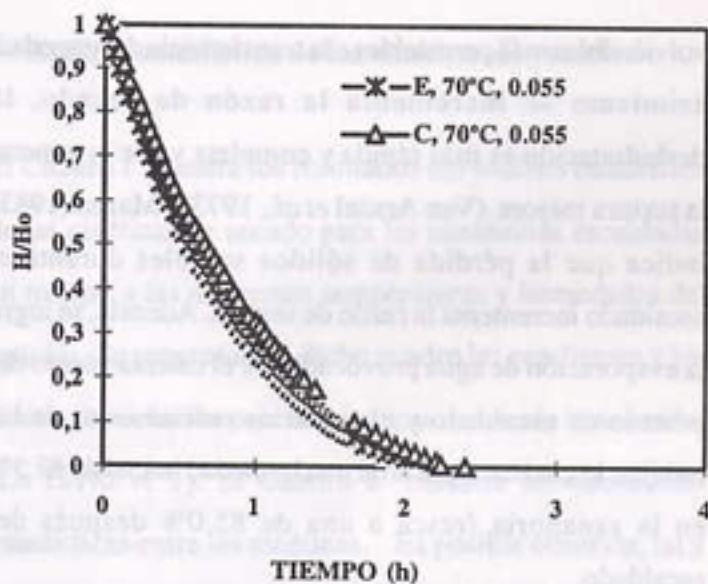


Figura 10. Efecto del escaldado en el secado de rodajas de zanahoria a 70 °C con humedad del aire de 0,055 kg agua/kg aire seco.

En el campo sensorial, las diferencias encontradas para el producto escaldado y sin escaldar son principalmente de sabor, puesto que el escaldado provoca una cocción bastante marcada de las zanahorias secas a cualquier temperatura. Con respecto al color, las muestras sin escaldar presentan menor tonalidad anaranjada ($L=36,43$, $a=20,31$, $b=17,48$ comparada con $L=32,43$, $a=21,16$ y $b=15,36$ para las escaldadas). Tal y como se mencionó anteriormente, esta pérdida del color (β - caroteno) se puede dar por la oxidación, el calor y por la falta de inactivación enzimática (Van Arsdel *et al.*, 1973; Benterud, 1976; Park, 1987), y en este sentido, las zanahorias que no tuvieron ningún tratamiento de inactivación presentaron decoloraciones en el producto final que sin embargo, no afectaron el grado de aceptación del producto final.

No existe una clara preferencia por alguno de los productos, ya sea escaldados o sin escaldar, puesto que el

no usar pretratamientos, el resultado es de zanahorias de color menos intenso (pero más fuerte que la zanahoria cruda), pero de sabor más parecido a las frescas, mientras que el escaldado tiene como resultado un producto con sabor a cocido y de color intenso. Los beneficios del escaldado durante el almacenamiento pueden ser muchos, principalmente en cuanto a conservación del color, y es por esta razón que la elección final de un proceso deberá comprender estudios posteriores de almacenamiento.

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1990. Official methods of analysis. 15 ed. Virginia. V. 2.
- BALOCH, A; BUCKLE, K & EDWARDS, R. 1987. Effect of sulphur dioxide and blanching on the stability of carotenoids of dehydrated carrot. *J. Sci. Food Agric.* 40: 179-187.
- BENTERUD, A. 1976. Vitamin losses during thermal processing s. n. t.
- BIMBENET, B. 1984. Le séchage dans les industries agricoles et agro alimentaires. *Cahiers Genue Ind. Aliment.* n. 4:3.
- BUSTAMANTE, M & KOPPER, G. 1991. Secado de frutas tropicales: piña, papaya, mango y banano. San José Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, 1989. Informes de diferentes producciones y cultivos de hortalizas y frutas en Costa Rica. San José.

LA PRESERVACION DE PULPA DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) POR METODOS COMBINADOS

CHEFTEL, J; CHEFTEL, H & BESACON, P. 1983. Introducción a la bioquímica y tecnología de alimentos. Zaragoza, Acribia.

DAUDIN, J. & BIMBENET, J. 1982. Characteristic drying curve of shelled corn and simulation of a vertical corn dryer. In: Third International Drying Symposium. Great Britain. Drying Research p. 337.

GEANKOPLIS, C. 1986. Procesos de transporte y operaciones unitarias. México DF, CECSA.

GREENSMITH, M. 1971. Practical dehydration. London. Editorial Press.

MAZZA, G. 1983. Dehydration of carrots. J. Food Tech. 18: 113.

PANTASTICO, E.R. 1975. Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, Connecticut. AVI.

PARK, Y. 1987. Effect of freezing, thawing, drying and cooking on carotene retention in carrots, broccoli and spinach. J. Food Sci. 52(4):1022.

UNCTAD/GATT. 1993. Market study. Dehydrated vegetables. A survey of mayor markets. Geneva International Trade Centre.

VAN ARSDEL, W; COPLEY, M & MORGAN, A. 1973. Food Dehydration. Westport, Connecticut. AVI.

Resumen y conclusiones
 ABSTRACT

Treatment	Activity de oxidasa (%)	Color (L*)	Color (a*)	Color (b*)	Color (E)
Control	100	50.0	10.0	15.0	100
1	80	45.0	8.0	12.0	80
2	60	40.0	6.0	10.0	60
3	40	35.0	4.0	8.0	40
4	20	30.0	2.0	6.0	20
5	10	25.0	1.0	4.0	10