

“Obtención de pasas de arándanos mediante deshidratación combinada: optimización de parámetros de proceso y calidad del producto”

Mohuanna, Iadin Aidar ^a; Carrillo Parra, Esteban Josué ^{a,b}; Palavecino Pablo Martín ^{a,b}; Gili, Renato Daniel ^a; Penci, María Cecilia* ^{a,b}; Ribotta, Pablo Daniel ^{a,b}

^a Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba
^b Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos Córdoba, ICYTAC– (UNC-CONICET)
cecilia.penci@unc.edu.ar

Resumen

En la búsqueda de la valorización de productos regionales (NEA, NOA, Patagonia) el objetivo de este trabajo fue optimizar el proceso de deshidratación de arándanos por combinación de calentamiento infrarrojo y aire caliente, proporcionando valor agregado a la fruta fresca que no puede ser comercializada como tal. Se utilizó un secador de tipo túnel con aire caliente y radiación infrarroja (1950W). La deshidratación de los arándanos se realizó a 100°C, 110°C y 120°C (10-180 min). Se analizaron los efectos de pretratamientos superficiales de la fruta antes de la deshidratación: 1) microperforaciones de la piel; 2) lavado de la cera superficial con etanol y 3) combinación de ambos tratamientos. En las pasas obtenidas se evaluó también el contenido de antocianos y la capacidad antioxidante. Se construyeron curvas de secado se determinaron las difusividades efectivas y se estudió la cinética de contracción de volumen y cambio de color. Las condiciones óptimas para la deshidratación de arándanos resultaron en la combinación de inmersión en alcohol y la perforación, aire a 120°C y 1,5 m/s y potencia IR de 1950 W por 60 minutos. Sin embargo, se redujo significativamente el contenido de los compuestos antocianícos y su efecto como antioxidante natural. Por lo tanto, se recomiendan condiciones de proceso de 120°C a velocidad constante de 1,5 m/s durante 70 minutos, con el pretratamiento de pinchado, donde se obtuvieron pasas con una retención de antocianinas de 49,6% y un porcentaje de inhibición del radical DPPH de 64%.

Palabras clave: arándanos, pretratamientos, preservación, antioxidantes, secado

INTRODUCCIÓN

El arándano es un arbusto perenne de la familia de las Ericáceas, género *Vaccinium*, sus frutos son bayas casi esféricas de color azul claro hasta negro y han sido reconocidos como frutas saludables para el organismo humano con alta capacidad antioxidante debido a la presencia de pigmentos flavonoides conocidos como antocianinas (Yang et. al, 2022).

El principal destino de la producción argentina es la exportación como arándano fresco y actualmente el cultivo se concentra en tres zonas productoras: NEA, NOA, y la región patagónica. El mercado interno está desarrollándose debido al cierre de algunos mercados internacionales y la aparición de nuevos competidores favoreciendo a que el sector productivo-industrial implemente nuevas estrategias de promoción y consumo interno (Aggio et. al, 2022).

Con este trabajo se busca dar valor agregado a la fruta que no puede ser comercializada como arándano fresco mediante la optimización del proceso de deshidratación

por la combinación de tecnologías disponibles para la obtención de un producto deshidratado que conserve su color característico como así también el contenido de compuestos bioactivos de interés (antocianinas).

OBJETIVO

Optimizar el proceso de deshidratación de arándanos mediante métodos combinados de calentamiento infrarrojo y aire caliente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron arándanos azules (*Vaccinium corymbosum*) de primera categoría, diámetro mínimo 12 mm. procedentes de Tucumán y Entre Ríos. Se determinó el contenido de humedad (balanza termogravimétrica), actividad de agua (DECAGON, Aqualab PRE), color (espectrofotómetro de superficie Minolta), contenido de antocianos (Giusti & Wrolstad, 2001), capacidad antioxidante (radical DPPH) (Martínez 2010), tamaño de las pasas y análisis de sus

imágenes (software ImageJ v 1.52p). Se evaluaron tres pretratamientos de las bayas: 1) Microperforaciones de la piel mediante 6 pinchadas con un punzón de 1 mm de sección en toda su superficie externa 2) Lavado de la cera superficial alcohol etílico 96% V/V sumergidas durante 10 minutos y luego escurridas y 3) Combinación de ambos tratamientos de manera consecutiva.

El proceso de deshidratación se desarrolló en un secador tipo túnel que integra aire caliente impulsado por un ventilador (1,5 m/s) y radiación infrarroja (15 emisores de cuarzo de 150 W, en conjunto 1950 W). La deshidratación de los arándanos se realizó a temperaturas de 100°C, 110°C y 120°C, manteniendo una velocidad de aire constante de 1,5 m/s.

RESULTADOS

Las experiencias que se realizaron en el secador de tipo túnel posibilitaron la construcción de curvas experimentales de secado a temperatura constante (MR, relación de humedad = $Mt/M0$ con Mt (humedad) y $M0$ (humedad inicial) vs Tiempo). En la Figura 1 se muestra una curva de secado típica (100°C) para los pretratamientos descriptos.

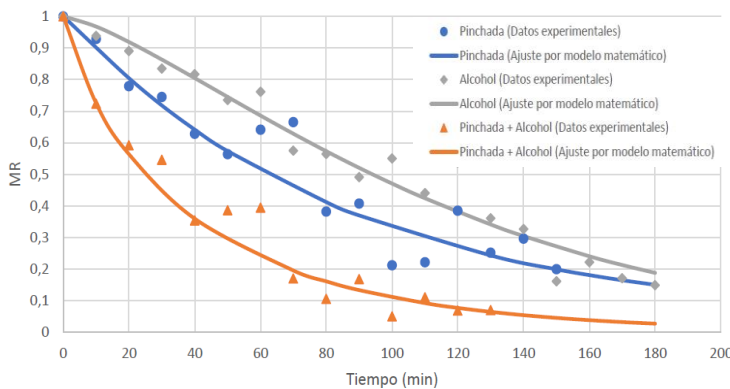


Figura 1. Curva de Secado para T= 100°C.

El modelo cinético de Page ($MR = \exp(-k t^n)$ donde k y n son los parámetros cinéticos del modelo) fue el que mejor se ajustó para las experiencias ensayadas (Mujumdar, 2014). La tabla 1 resume los valores de los coeficientes de difusión medios efectivos del agua en las bayas de arándano a diferentes condiciones de secado.

Respecto a la caracterización de las pasas obtenidas mediante los distintos ensayos de deshidratación en la Figura 2 se muestran los cambios típicos de la fruta

fresca para la obtención de pasas y los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 2.

Tabla 1. Coeficientes de difusión medios efectivos

Temperatura (°C)	Pretratamiento	Deff x10 ⁻¹⁰ (m ² /s)
100	Pinchada	7,29±1,44
	Alcohol	4,69±2,15
	Pinchada + Alcohol	19,46±3,25
110	Pinchada	9,67±2,18
	Alcohol	13,07±9,88
	Pinchada + Alcohol	27,15±7,44
120	Pinchada	19,89±4,79
	Alcohol	11,73±2,98
	Pinchada + Alcohol	45,48±7,63



Figura 2. Arándanos frescos (izquierda) y pasas (derecha).

Tabla 2. Características de las pasas obtenidas

Pretratamiento	Temp. (°C)	Vel. Aire (m/s)	Tiempo (min)	MR	%Brix	X _{ss} (ss/g de fruta)	pH	A/A ₀	ΔE
Pinchada	100	1,5	180	0,1816	12,67	0,4747	3,413	0,430	4,724
Pinchada	110		140	0,1550	14,87	0,4697	3,383	0,500	16,943
Pinchada	120		70	0,1580	12,77	0,4386	3,457	0,540	33,252
Alcohol	100		180	0,3150	13,57	0,5193	3,407	0,390	4,872
Alcohol	110		70	0,1830	13,10	0,5054	3,300	0,566	12,421
Alcohol	120		100	0,1800	12,53	0,4464	3,697	0,716	16,325
Pinch + Alc.	100		100	0,1100	12,30	0,4108	3,407	0,500	4,263
Pinch. + Alc.	110		70	0,1050	12,90	0,4683	3,877	0,398	7,509
Pinch. + Alc.	120		60	0,0480	13,20	0,4700	3,360	0,676	6,389

Donde A/A_0 es la relación de áreas, ss sólidos solubles y $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ modelo CIELAB ($L^*a^*b^*$).

En relación a los compuestos bioactivos de interés en las pasas (antocianinas) la Tabla 3 muestra su porcentaje de retención expresados como el contenido de cianidina-3-glucósido por masa de pasa según el tratamiento de deshidratación.

En relación a la capacidad antioxidante, las pasas fueron analizadas considerando el % de inhibición del radical DPPH (Tabla 4).

Tabla 3. Retención de antocianinas en las pasas obtenidas mediante diversas condiciones de deshidratación.

Pretratamiento	Temperatura °C	Tiempo de Secado (min)	Antocianinas		
			cianidina-3-glucósido (mg/g fruta bs)	cianidina-3-glucósido (mg/100g muestra)	% Retención
Congelada	-	Blanco	9,76	146,45	100±0,1
Pinchada	110	140	4,34	79,17	54,1±0,4
Pinchada	120	70	4,03	72,67	49,6±0,3
Alcohol	100	180	3,65	65,13	44,5±0,7
Alcohol	120	100	3,52	63,29	43,2±0,3
Pinchada	100	180	3,30	59,81	40,9±0,2
Pinchada + alcohol	110	70	3,20	57,43	30,2±0,1
Pinchada + alcohol	100	100	3,12	55,80	38,1±0,3
Alcohol	110	70	2,94	52,91	36,1±0,6
Pinchada + alcohol	120	60	2,91	52,22	35,7±0,3

Tabla 4. Retención de antocianinas en las pasas obtenidas mediante diversas condiciones de deshidratación.

Tratamiento	Temperatura (°C)	A ₀	A ₃₀	% Inhibición
Fresca	-	0,8520±0,0046	0,8430±0,0121	1,11 ±0,24
Congelada	-	1,0475±0,0035	0,3765±0,0048	64,06±1,60
Pinchada	100	0,9240±0,0050	0,2925±0,0191	68,34 ±1,69
Pinchada	110	0,9550±0,0240	0,3250±0,0021	65,86 ±6,34
Pinchada	120	0,8830±0,0056	0,3145±0,0134	64,38 ±1,26
Alcohol	100	0,8570±0,0240	0,2755±0,0021	67,84 ± 0,76
Alcohol	110	0,8500±0,0014	0,2660±0,0071	68,71 ±0,68
Alcohol	120	0,8645±0,0007	0,2985±0,0021	65,47 ± 0,20
Combinado	100	0,8235±0,0021	0,2785±0,0021	66,18 ± 0,22
Combinado	110	0,8450±0,0028	0,3990±0,127	52,78 ±14,76
Combinado	120	0,7185±0,0162	0,158±0,0042	78,01 ±0,63

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La deshidratación de arándanos mediante una combinación de métodos, incluyendo el secado infrarrojo y la convección forzada de aire caliente, ha demostrado ser una alternativa altamente efectiva para la obtención de pasas. La rápida penetración de la radiación IR en las bayas de arándano, complementada con el uso de aire caliente a la misma temperatura, ha permitido la reducción de los tiempos de tratamiento. Además, la implementación de pretratamientos en la fruta ha demostrado ser una estrategia efectiva para disminuir significativamente los tiempos totales de secado en contraste con las condiciones de secado sin pretratamiento. Se han identificado las condiciones

óptimas para la deshidratación de arándanos: el pretratamiento que combinó la inmersión en alcohol y el pinchado, aire a 120°C y 1,5 m/s y la radiación infrarroja producida por las velas que entregaron 1950 W de potencia, se logró reducir el contenido de humedad en un rango de a_w adecuado (0,7- 0,8) para el almacenamiento y necesitó 60 minutos. Sin embargo, esta condición de trabajo redujo significativamente el principal componente nutricional buscado actualmente en la fruta; los compuestos antocianínicos y su efecto como antioxidante natural.

Por lo tanto, se recomienda el proceso de secado a 120°C a velocidad constante de 1,5 m/s durante 70 minutos con el pretratamiento de pinchado donde se obtuvieron pasas con un porcentaje de retención de antocianinas de 49% y un porcentaje de inhibición de radical DPPH de 64%. Adicionalmente, la caracterización de las bayas deshidratadas mostró una concentración de sólidos solubles de 12,77 °Brix, una reducción de tamaño del 54% respecto de la fruta fresca. Las actividades desarrolladas aportaron conocimiento sobre aspectos relevantes del proceso y los parámetros para llevar a cabo la deshidratación de arándanos y de esta manera obtener pasas de estos frutos logrando así un agregado de valor.

BIBLIOGRAFÍA

- Aggio, C., Milesi, D., Verre, V., Zanazzi, L., Lengyel, M. (2022). Estudio de caso sector de arándanos en Argentina: informe final. Banco Interamericano de Desarrollo, Serie. IDB-TN-2232.
- Giusti, M., & Wrolstad, R. (2001). Anthocyanins. Characterization and measurement with UV-Visible spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 1-13.
- Martínez, M. L. (2010). Extracción y caracterización de aceite de nuez (*Juglans regia* L.): influencia del cultivar y de factores tecnológicos sobre su composición y estabilidad oxidativa. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Mujumdar, A. S. (2014). Handbook of Industrial Drying (Cuarta ed.). CRC Press.
- Yang W, Guo Y, Liu M, Chen X, Xiao X, Wang S, Gong P, Ma Ya, Chen F (2022). Structure and function of blueberry anthocyanins: A review of recent advances. Journal of Functional Foods 88 (2022) 104864.