



Received: November 5, 2022 / December 12, 2022

Evaluación de la vida útil de palta liofilizada variedad Hass (*Persea americana* Mill.)

Evaluation of sheft life of freeze-dried avocado cv. Hass (*Persea americana* Mill.)

Y. Eguilas-Caushi¹ , C. Luna-Huaman¹ , S. Alfaro-Cruz^{1,*} 



<https://doi.org/10.51431/par.v4i2.792>

Resumen

Objetivos: Evaluar la vida útil de rodajas de palta Hass (*Persea americana* Mill.) liofilizadas (PL) y empacadas en bolsas de polietileno de baja densidad con zipper (PEBD) y bolsas bilaminada metalizada con zipper (BLM). **Metodología:** Se utilizaron dos tipos de empaques en PEBD y BLM, se evaluó el espesor de cada muestra de palta (3, 5, 7 mm), siendo óptimo 3 mm. Las muestras fueron previamente congeladas (-16, -20, -24 °C) por 24 h para evitar el pardeamiento enzimático. La liofilización se trabajó a -57°C, y 5 mtorr, a tiempos de 18, 24 y 30 h, luego se evaluó el tiempo de vida útil. **Resultados:** El índice de peróxido para PL en envases tipo PEBD fue de $5,53 \pm 0,035$ (meqO/Kg) y para envases BLM de $5,10 \pm 0,04$ (meqO/Kg). El porcentaje de grasa en PL envasadas en PEBD fue de $19,24 \pm 0,01$ y para PL envasadas en BLM de $19,12 \pm 0,012$. El pH de PL en envases PEBD fue de $6,87 \pm 0,042$ y en BLM de $6,91 \pm 0,031$. Asimismo, la Aw en PL envasadas en PEBD fue de $0,516 \pm 0,002$ y en BLM de $0,515 \pm 0,003$. Los análisis microbiológicos reportaron ausencia de mohos, levaduras, *E. coli* y *Salmonella* sp. La vida útil de PL almacenada a 25 °C y envasadas en PEBD fue de 56,67 días y para PL envasada en BLM de 60,96 días. **Conclusiones:** La vida útil de envases en BLM presentó una mejor opción para el almacenamiento de palta liofilizada var. Hass..

Palabras clave: vida útil, liofilizado, *Persea Americana* Mill, almacenamiento

Abstract

Objectives: To evaluate the shelf life of freeze-dried (PL) Hass avocado (*Persea americana* Mill.) slices packed in low density polyethylene zipper bags (LDPE) and bilaminate metalized zipper bags (BLM). **Methodology:** Two types of LDPE and BLM packaging were used, and the thickness of each avocado sample was evaluated (3, 5, 7 mm), with 3 mm being optimal. The samples were previously frozen (-16, -20, -24 °C) for 24 h to avoid enzymatic browning. Freeze-drying was performed at -57°C, and 5 mtorr, at times of 18, 24 and 30 h, then the shelf life was evaluated. **Results:** The peroxide index for PL in LDPE packaging was 5.53 ± 0.035 (meqO/Kg) and for BLM packaging was 5.10 ± 0.04 (meqO/Kg). The percentage of fat in LDPE-packaged PL was 19.24 ± 0.01 and for BLM-packaged PL was 19.12 ± 0.012 . The pH of PL in LDPE packaging was 6.87 ± 0.042 and in BLM packaging was 6.91 ± 0.031 . Likewise, the Aw in PL packaged in LDPE was 0.516 ± 0.002 and in BLM was 0.515 ± 0.003 . Microbiological analyses reported absence of molds, yeasts, *E. coli* and *Salmonella* sp. The shelf life of PL stored at 25 °C and packaged in LDPE was 56.67 days and for PL packaged in BLM was 60.96 days. **Conclusions:** The shelf life of PL packaged in BLM presents a better option for storage of avocado cv. Hass.

Key words: shelf life, freeze-dried, *Persea Americana* Mill, storage.

¹Escuela Profesional de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Barranca, Perú.

*Correspondencia al autor. Email: salfaro@unab.edu.pe

Introducción

La palta (*Persea americana* Mill) es una fruta que se encuentra con una tendencia creciente en su producción debido al incremento de la demanda en el mercado mundial. Es originaria de áreas tropicales y subtropicales de México, Centroamérica y las Antillas. (Ministerio de Agricultura, 2008). Actualmente está ganando una creciente aceptación debido a sus beneficios nutricionales relevantes para la salud humana. En México este cultivo es uno de los más importantes con un gran impacto económico, cosecha más del 30% de paltas de la producción mundial y es el principal productor y exportador (Araújo et al., 2018).

En Perú, la producción de palta durante el 2014 alcanzó a 517 362 t y es un cultivo orientado principalmente a la exportación; para tal fin, el estado viene trabajando en el levantamiento de las barreras arancelarias y fitosanitarias; la producción en la región Lima, en ese mismo año, alcanzó 60 770 t siendo la más importante del país (Ministerio de agricultura, 2015).

La liofilización es una técnica de conservación de alimentos basada en el desecado de determinados materiales por medio de la sublimación del agua contenida en éstos. Consiste en congelar el producto y posteriormente remover el hielo por sublimación, aplicando calor en condiciones de vacío (Nireesha et al., 2013). La aplicación de esta nueva tecnología permite tener alimentos estables y por largos periodos de almacenamiento. En el liofilizado se inhiben las reacciones de degradación física, química o de estado sólido, lo que resulta en una mejora de la estabilidad del producto a largo plazo (Kasper & Friess, 2011). La congelación determina la textura del producto final en los productos liofilizados (Rey & May, 2004). Vargas, (2015) reportó estudios en *Solanum sessiliflorum* Dunal conocido como cocona, fruta de la Amazonía que al ser liofilizada retuvo su valor nutritivo, logrando disminuir costos de almacenamiento e incrementando el tiempo de vida útil del producto.

Existe tendencia creciente al consumo de los productos naturales, dentro de los cuales se encuentra la categoría de snacks de frutas o verduras liofilizadas y/o deshidratadas (Góngora

et al., 2019); siendo la palta un producto de alta demanda, las características visuales de los alimentos, como el color, tienen un impacto determinante en la percepción, selección, aceptación y consumo de los consumidores (Carreón-Hidalgo et al., 2022).

El objetivo de la investigación fue evaluar la vida útil de la palta variedad *Hass* liofilizada y empacadas en bolsa de polietileno de baja densidad con zipper (PEBD) y bolsa bilaminada metalizada con zipper (BLM).

Material y Métodos

La investigación se realizó en el laboratorio de Tecnología de los alimentos de la Universidad Nacional de Barranca, ubicada en la provincia de Barranca; departamento de Lima. La palta var. *Hass* fue adquirida en Churlin, Copa y Huanchay pertenecientes a la provincia de Ocros, ubicada en el departamento de Áncash, Perú. Los análisis fisicoquímicos determinados fueron:

Humedad

Para la determinación de humedad se utilizaron los métodos de estufa y de termobalanza, se realizaron tres repeticiones de las muestras, obteniendo así el promedio aritmético de los valores de dichas repeticiones.

Actividad de agua

La actividad de agua (A_w) de las rodajas de palta *Hass* liofilizadas se realizó al inicio y al final del periodo de almacenamiento con la finalidad de determinar la vida útil. Este análisis se determinó en un equipo ROTRONIC HP23-AW-A, que cuenta con un sensor previamente calibrado con las soluciones patrones de humedad. Se trituró una porción de las rodajas de palta *Hass* liofilizadas en un molino ultracentrífugo marca RETSCH modelo ZM 200, obteniendo así la muestra pulverizada para luego ser colocada en el recipiente dentro del equipo. La lectura de la actividad de agua se llevó a cabo en 4 minutos aproximados por cada muestra.

Capacidad de rehidratación

Para determinar la capacidad de rehidratación se tomó un gramo de palta liofilizada, luego se colocó dentro de un papel filtro (de peso conocido) y se determinó el peso a tiempo cero. Luego el filtro se introdujo en un recipiente con 200 mL de agua destilada, sin agitación por 5 minutos, a 25°C; el agua fue

drenada, el filtro fue secado, sin abrirlo, y posteriormente pesado. El agua ganada se calculó por diferencia de pesos.

Índice de hiperoxido

Para extraer el aceite de palta *Hass* se usó el método de Folch. El índice de peróxido se determinó usando el método oficial del AOAC 965.33 modificado (Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 2019).

Evaluación de color

Se usó el equipo Color Quality Controller System CQCS3. Se realizó mediciones de diferencia de color, obteniendo datos estándar de la muestra. La diferencia de color de la muestra se calculó realizando un análisis de datos cuantitativos, proporcionando simulación de color del estándar de la muestra.

Vida útil

Se determinó el tiempo de vida útil mediante el método probabilístico de Weibull, y la aplicación del software XLSTAT 2018.

Análisis microbiológicos

Se realizó mediante el método de Placa Petrofilm 3MTM para recuento de aerobios totales. Es un medio de cultivo listo para ser empleado, que contiene nutrientes del Agar Standard Methods, un agente gelificante soluble en agua fría y un tinte indicador de color rojo que facilita el recuento de las colonias.

Resultados y discusión

Análisis fisicoquímicos

La tabla 1 especifica la caracterización fisicoquímica de las rodajas de palta fresca (PF) y palta liofilizada (PL). La PF presentó una humedad por estufa de $62,53\% \pm 1,32$ y $63,47\% \pm 0,249$ por termobalanza, la cual se asemeja al resultado obtenido por Buelvas et al. (2013) quienes reportan humedad para PF de $61,8\%$, asimismo observó que la PL tuvo valores diferentes de $1,63 \pm 0,58$ y $2,81 \pm 0,391$ cuando la humedad se analizó por estufa y termobalanza, respectivamente. En estudios para determinar la humedad en pimiento morrón deshidratado, se encontraron diferencias significativas cuando la humedad se analizó con el método de termobalanza con respecto al método de secado,

al igual que el tiempo de almacenamiento; sin embargo, no encontraron diferencias significativas en cuanto al tipo de envase ni al estado de maduración (López, 2014).

El valor del pH en PF fue de $6,43 \pm 0,01$, mientras que en PL disminuyó a $6,31 \pm 0,01$, posiblemente por la pérdida de agua. Según Buelvas et al. (2013) el valor del pH varía de acuerdo al nivel de maduración del fruto, con un valor de $6,41 \pm 0,03$ para paltas maduras.

La actividad del Aw en PF alcanzó un valor de $0,983 \pm 0,001$ que es similar al obtenido por Cornejo (2010) de 0,988. La fruta fresca se caracteriza por su alto contenido de agua que lo hace muy perecible y de vida útil corta (Lewis, 1993). El valor de Aw para PL fue de $0,325 \pm 0,003$ menor al obtenido en PF; este resultado es menor a lo reportado por Caballero et al. (2017) y Cornejo, (2010) quienes lograron un Aw de 0,200 para paltas secadas al vacío. Sin embargo es similar al valor Aw obtenido en ciruelas liofilizadas, Aw de 0,275 - 0,381 y 0,249 - 0,275 en variedad Betabel y Amarilla, respectivamente (Muñoz- Lopez et al., 2018).

Tabla 1

Caracterización fisicoquímica de las rodajas de palta Hass frescas y liofilizadas

Análisis fisicoquímicos	Palta fresca	Palta liofilizada
Humedad % (Estufa)	$62,53 \pm 1,32$	$1,63 \pm 0,58$
Humedad % (Termobalanza)	$63,47 \pm 0,24$	$2,81 \pm 0,39$
Índice peróxido (meq O/kg)	$3,70 \pm 0,01$	$3,72 \pm 0,01$
Grasa %	$15,00 \pm 0,10$	$18,16 \pm 0,06$
Ph	$6,43 \pm 0,01$	$6,31 \pm 0,01$
Actividad agua (Aw)	$0,98 \pm 0,00$	$0,32 \pm 0,00$

La Tabla 2 detalla las características fisicoquímicas de la palta Hass empacada y liofilizada. La humedad de la PL por termogravimetría para PEBD y BLM fue de $5,53\% \pm 0,0056$ y $5,24\% \pm 0,007$ respectivamente.

Asimismo, se tiene valores de humedad por termobalanza para PEBD y BLM de $5,71\% \pm 0,15$ y $5,38\% \pm 0,12$ respectivamente, esta diferencia se debe al tipo de envase utilizado. López, (2014) reportó una diferencia

almacenado en bolsa de celofán y de polietileno, obteniendo en la primera un menor peso, por la baja permeabilidad que presenta el material.

El índice de peróxido de PL para envases PEBD y BLM fueron de $5,53 \pm 0,035$ y $5,10 \pm 0,04$ meqO /Kg respectivamente, estos valores coinciden con lo reportado por Gomez & Bates (1970) en su estudio de puré de aguacate liofilizado, obtuvo valores de $5,5$ meqO/Kg a 21°C por 7 semanas de almacenamiento. Asimismo, dichos valores están dentro del rango establecido para otras grasas y aceites, de hasta 10 meqO /Kg. (Codex Alimentarius, 1981).

El pH de la PL disminuyó su valor durante el almacenamiento para los envases PEBD, $5,37 \pm 0,042$ y BLM, $5,31 \pm 0,031$ con respecto a la PF, ocasionado por la liberación de ácidos grasos durante la acción enzimática, que tiene una actividad favorable a pH entre 5 a 6.

Choquecondo & Mamani (2019) reportaron en su investigación sobre pulverizado de palta liofilizada, que la mayor disminución del pH ocurre en las muestras MLP (4,5) y ML5 (4,8) (sin antioxidantes y menor concentración de antioxidantes respectivamente). Por otro lado, Gomez & Bates (1970) en su investigación de aguacate liofilizado reportaron que obtuvo un pH de 5,5.

Con relación a la Aw, las PL en envases BLM y PEBD tuvieron un Aw similar de 0,5. Según Ayala et al. (2010) estudios realizados en rodajas de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en tratamientos con pulpa liofilizada y osmoliofilizada reportaron valores Aw de $0,364 \pm 0,002$ y $0,382 \pm 0,001$.

Singh & Heldman (2001) sostienen que los alimentos con Aw inferiores a 0,4 son seguros contra microorganismos y reacciones de oxidación, hidrolíticas y actividad enzimática, durante el almacenamiento; mientras que Labuza et al. (1985) mencionan que en alimentos secos como pasta, cereales y vegetales deshidratados no hay proliferación de microorganismos cuando presentan rangos de Aw entre 0,2 a 0,5.

Tabla 2

Análisis físico químico de las rodajas de palta Hass liofilizadas empacadas en BLM y PEBD

Análisis físicoquímicos	BLM ¹	PEBD ²
Humedad %	$5,53 \pm 0,0056$	$5,24 \pm 0,007$
Índice de peróxido (meq O/Kg)	$5,53 \pm 0,035$	$5,10 \pm 0,00$
Grasa %	$19,24 \pm 0,01$	$19,12 \pm 0,012$
pH	$5,37 \pm 0,042$	$5,31 \pm 0,031$
Actividad de agua (Aw)	$0,51 \pm 0,002$	$0,51 \pm 0,003$

¹BLM: bolsa bilaminada metalizada con zipper

²PEBD: bolsa de polietileno de baja densidad con zipper

Capacidad de rehidratación

Los resultados de la capacidad de rehidratación se detallan en la Tabla 3. La CR promedio fue de $3,95 \pm 0,10$, ligeramente superior a lo reportado por Colchado & Velásquez (2015) de 3,23 en un estudio realizado con fresas liofilizadas y similar al obtenido por Muñoz-López et al. (2018) con valores de CR de 3,89 y 3,69 para ciruelas liofilizadas de las variedades Betatel y Amarilla, respectivamente. Marín et al. (2006) mencionan que la capacidad de rehidratación es mayor en el primer minuto, donde absorben más agua; al final la absorción de agua es más lenta, debido a la saturación de los poros en los primeros minutos.

Tabla 3

Capacidad de rehidratación de muestras de palta Hass liofilizadas

Tratamiento	PMR	AA	CR
T ₁	51,146	41,096	40,892
T ₂	50,103	40,053	39,854
T ₃	48,845	38,795	38,602
T ₄	50,182	40,132	39,932
T ₅	47,942	37,892	37,703
T ₆	50,964	40,914	40,710
T ₇	48,647	38,597	38,405
T ₈	50,679	40,629	40,427
T ₉	49,678	39,628	39,431

PMR: peso muestra rehidratada (g)

AA: agua absorbida (g)

CR: capacidad de rehidratación (g)

Evaluación del color

La Tabla 4 muestra las coordenadas de color a^* , b^* , así como el croma, Hue y E, donde se observa que los valores no han sufrido un cambio considerable; a diferencia de L^* , donde la PF fue mayor que PL obteniendo como resultado un valor de E de 5.6929, esto indica que el método de liofilización conserva los colores del alimento, ya que el color es un parámetro para realizar clasificaciones de productos, evaluación de materias primas, control de procesos y características específicas de ciertos alimentos (Delmoro et al., 2010), del mismo modo (Valencia (2011) resaltó que los valores más representativos con respecto a la calidad del color se obtuvo por el método de liofilización en comparación con el secado convectivo (SAC) y microondas, cabe resaltar que los resultados de estas mediciones permiten el manejo adecuado de los alimentos o materias primas para obtener la máxima calidad del producto final (Abdullah et al., 2004).

Tabla 4

Análisis de color de las rodajas de palta Hass

Variables	Palta fresca	Palta liofilizada
L	72,001	66,349
a^*	-10,207	-10,041
b^*	31,795	31,134
Croma	33,39	32,71
Hue	107,8	107,9
ÄL		-5,652
Äa		0,166
Äb		-0,661
ÄE		56,929

La Tabla 5 muestra los resultados del análisis microbiológico para determinar la presencia de mohos, levaduras, *E. coli* y *Salmonella sp.* El estudio reportó ausencia de microorganismos a los 57 y 61 días de almacenamiento para PL en PEBD y BLM, respectivamente. Muñoz-López et al. (2018) indicaron que el crecimiento microbiológico es poco probable en alimentos con A_w de 0.5. De esta forma se cumplió con los requisitos legales mínimos establecidos (Norma Técnico Sanitaria N° 71, 2008).

Tabla 5

Análisis microbiológicos de las muestras de palta liofilizada en almacenamiento para envases BLM y PEBD

Agente microbiano	BLM ¹	PEBD ²	Límite por g	
			Mínimo	Máximo
Mohos	Ausencia	Ausencia	10 ²	10 ³
Levaduras	Ausencia	Ausencia	10 ²	10 ³
<i>E. coli</i>	Ausencia	Ausencia	10	5x10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia/25g	-

¹BLM: bolsa bilaminada metalizada con zipper

²PEBD: bolsa de polietileno de baja densidad con zipper

Vida útil

La Tabla 6 muestra el percentil 50% para determinar la vida útil de PL a la temperatura de 25°C. Se aprecia que la vida útil en envases

PEBD es de 8,095 semanas (56,67 días) y para BLM de 8,708 semanas (60,96 días), que coincide con lo reportado por Vargas (2015) donde estima la vida útil para BOPP metalizado de 61 días a temperatura de 25°C.

Tabla 6

Percentiles de la determinación de vida útil para palta liofilizada a temperatura de 25 °C para envases tipo PEBD y BLM

PEBD ²		BLM ¹	
Percentil (%)	Valor	Percentil (%)	Valor
1	5.151	1	5.469
5	6.13	5	6.541
10	6.62	10	7.08
1° Cuartil 25	7.37	1° Cuartil 25	7.906
Mediana 50	8.095	Mediana 50	8.708
3° Cuartil 75	8.717	3° Cuartil 75	9.398
90	9.203	90	9.936
95	9.465	95	10.228
99	9.91	99	10.723
Vida útil	56,67		60,96

¹BLM: bolsa bilaminada metalizada con zipper

²PEBD: bolsa de polietileno de baja densidad con zipper

La tabla 7 muestra la aceptabilidad sensorial con diferente espesor de las rodajas de palta *Hass* (*Persea americana* Mill.) liofilizadas. Para maximizar la aceptación sensorial las rodajas de PL deben tener 3mm de espesor, temperatura de inactivación de -24 °C, y un tiempo de liofilización de 30 horas. Según Cornejo (2010)

el espesor óptimo para deshidratar paltas por método OSMO-VAC fue de 3 mm. Arriola-Guevara et al. (2006) reportaron que las rodajas de palta para deshidratación deben tener 4,5 mm y cuando se aplica el método de Deshidratación Osmótica a Vacío Pulsante, el grosor de las láminas de palta es de 5 mm. (Zapata et al., 2016).

Tabla 7

Resultados de la aceptabilidad sensorial de paltas liofilizadas según el arreglo ortogonal $L_9(3^3)$ del método de Taguchi

Espesor rodaja (mm)	Temperatura inactivación °C	Tiempo liofilizado (h)	Aceptabilidad sensorial
3	-16	18	5,2
3	-20	24	8,2
3	-24	30	8,4
5	-16	24	4,6
5	-20	30	6,4
5	-24	18	6,6
7	-16	30	4,2
7	-20	18	5,4
7	-24	24	7,8

Conclusiones

La vida útil de rodajas de paltas liofilizadas con envases PEBD y BLM fue de 56,67 días, y 60,96 días, respectivamente, almacenados a 25 °C, siendo las BLM las que presentan mejor opción para el empaque.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Agradecimiento

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Barranca por el financiamiento económico brindado al trabajo.

Referencias

- Abdullah, M., Guan, L., Lim, K., & Karim, A. (2004). The applications of computer vision systems and tomographic radar imaging for assessing physical properties of food. *Journal of Food Engineering*, 61(1), 125-135. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00194-8](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00194-8)
- Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis AOAC (2019).. *Determinación del índice de peróxido para grasas y aceites*. 21st ed. <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/>
- Araújo, R. G., Rodríguez-Jasso, R. M., Ruiz, H. A., Pintado, M. M. E., & Aguilar, C. N. (2018). Avocado by-products: Nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 80, 51-60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.027>
- Arriola-Guevara, E., García-Herrera, T., Guatemala-Morales, G., Nungaray-Arellano, J., González-Reynoso, O., & Ruíz-Gómez, J. (2006). Comportamiento del aguacate Hass liofilizado durante la operación de rehidratación. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 5(1), 51-56. <https://www.redalyc.org/pdf/620/62009910.pdf>
- Ayala, A. A., Serna, L., & Mosquera, E. (2010). Liofilización de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). *Vitae*, 17(2), 121-127. <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169815396002.pdf>
- Buelvas, G., Patiño, J., & Cano, J. (2013). Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate Hass (*Persea americana* Mill) utilizando tratamiento enzimático. *Revista Lasallista de investigación*, 9(2), 138-150. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69525875017.pdf>
- Caballero, B. L., Márquez, C. J., & Betancur, M. I. (2017). Efecto de la liofilización sobre las características físico-químicas del ají rocoto (*Capsicum pubescens* R & P) con o sin semilla. *Bioagro*, 29(3), 225-234. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-33612017000300008&script=sci_abstract
- Carreón-Hidalgo, J. P., Franco-Vásquez, D. C., Gómez-Linton, D. R., & Pérez-Flores, L. J. (2022). Betalain plant sources, biosynthesis, extraction, stability enhancement methods, bioactivity, and applications. *Food Research International*, 151, 110821. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110821>
- Castañeda-Antonio, D., López-Varela, P., Guel-Silva, G., Ramos-Casellis, E., Ariza-Ortega, A., Carrera-Martínez, C., & Portillo-Reyes, R. (2015). *Caracterización oxidativa del aceite aguacate hass y aceite de aguacate criollo (Pamericana Mill. Var. Drymifolia)*. VIII Congreso Mundial de la Palta, Lima, Perú. https://www.avocadosource.com/WAC8/Section_05/CastanedaAntonioD2015.pdf
- Choquecondo, R. Y., & Mamani T., G. V. (2019). *Evaluación del Proceso Oxidativo en el producto Liofilizado y Pulverizado de palta (Persea Americana Mill) variedad fuerte, mediante la adición de Antioxidantes y Maltodextrina como coadyuvante de secado*. [tesis pregrado. Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio Institucional UNSA, <https://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9120>
- Codex Alimentarius. (1981). *Norma para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales*. CXS 19-1981. https://www.fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en?Ink=1url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%252FB19-1981%252FCXS_019.pdf
- Cornejo, V. (2010). *Deshidratación de rebanadas de aguacate variedad Hass por el método OSMO-VAC (osmótico-vacío) y evaluación de la calidad del producto*. [tesis maestría. Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Institucional IPN. <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/7028/1/DESHIDRATAACION.pdf>
- Colchado, M. Y., & Velásquez, A. E. (2015). Efecto del método de liofilización, densidad de carga y temperatura de placa en la fresa

- (*Fragaria vesca* L) deshidratada. [tesis pregrado. Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Institucional UNS. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/1984/30730.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., Clementz, A., & Pranzetti, V. (2010). El color en los alimentos: determinación de color en mieles. *Invenio* (25), 145-152. <https://www.redalyc.org/pdf/877/87715116010.pdf>
- Elez-Martinez, P., Soliva-Fortuny, R. C., Gorinstein, S., & Martin-Belloso, O. (2005). Natural Antioxidants Preserve the Lipid Oxidative Stability of Minimally processed avocado purée. *Journal of Food Science*, 70(5):S325. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09986.x>
- Gomez, R., & Bates, R. (1970). Storage deterioration of freeze-dried avocado puree and guacamole. *Journal of Food Science*, 35(4), 472-475. <https://es.scribd.com/document/507786164/Storage-Deterioration-of-Freeze-dried-Avocado>
- Góngora, R. E., Mendizabal Nieto, Y. T., & Zorrilla Morris, P. M. J. (2019). *Plan de Negocio para la elaboración y exportación de Snack de palta liofilizada marca AVO-EMY al estado de Florida – Estados Unidos*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <https://repositorioacademico.upe.edu.pe/handle/10757/648850>
- Kasper, J. C., & Friess, W. (2011). The freezing step in lyophilization: physico-chemical fundamentals, freezing methods and consequences on process performance and quality attributes of biopharmaceuticals. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 78(2), 248-263. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2011.03.010>
- Labuza, T. P., Kaanane, A., & Chen, J. (1985). Effect of temperature on the moisture sorption isotherms and water activity shift of two dehydrated foods. *Journal of Food Science*, 50(2), 385-392. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1985.tb13409.x>
- Lewis, M. J. (1993). *Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado*. Acibia.
- López B. (2014). *Evaluación de la vida útil del pimiento morrón deshidratado por tres diferentes métodos y empaçado en dos diferentes envases*. [tesis pregrado, Universidad Autónoma Agraria]. Repositorio Institucional UAA. <https://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/46965/VERENICE%20GARCIA%20LOPEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lozano, J., Drudis-Biscarri, R., & Ibarz-Ribas, A. (1994). Enzymatic browning in apple pulps. *Journal of Food Science*, 59(3), 564-567. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb05562.x>
- Marín, B. E., Lemus, M. R., Flores, M. V., & Vega, G. A. (2006). La rehidratación de alimentos deshidratados. *Revista Chilena de Nutrición*, 33(3), 527-538. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182000500009>
- Ministerio de Agricultura. (2008). *Estudio de palta en el Perú y el Mundo*. Dirección General de Información Agraria. https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_palta.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). *Tendencias de la producción y el comercio de palta en el mercado internacional y nacional*. Dirección General de Políticas Agrarias. <https://www.midagri.gob.pe>
- Muñoz-López, C., Urrea-García, G. R., Jiménez-Fernández, M., Rodríguez-Jiménez, G. d. C., & Luna-Solano, G. (2018). Efecto de las condiciones de liofilización en propiedades fisicoquímicas, contenido de pectina y capacidad de rehidratación de rodajas de ciruela (*Spondias purpurea* L.). *Agrociencia*, 52(1), 1-13. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952018000100001&script=sci_arttext
- Norma Técnica Sanitaria N°71 de agosto del 2008. *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y*

- bebidas de consumo. 28 de agosto del 2008, Resolución Ministerial N° 591-2008-MINSA.
https://www.sanipes.gob.pe/documentos_sanipes/rm/2008/d8b2e8e5dd1785d3ba7f3d759851587b.pdf
- Nireesha, G., Divya, L., Sowmya, C., Venkateshan, N., Babu, M. N., & Lavakumar, V. (2013). Lyophilization/freeze drying-an review. *International journal of novel trends in pharmaceutical sciences*, 3(4), 87-98.
<https://scienztech.org/index.php/ijntps/article/view/96>
- Orrego, C. E. (2008). *Congelación y liofilización de alimentos*. Artes Gráficas Tizan. C o l o m b i a .
https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Orrego-4/publication/288824364_CONGELACION_Y_LIOFILIZACION_DE_ALIMENTOS.pdf
- Rey, L., & May, J. C. (2010). *Freeze - Drying/Lyophilization of Pharmaceutical and Biological products*. Third ed. Informa healthcare.
- Singh, R. P., & Heldman, D. R. (2001). *Introduction to food engineering*: Fourth ed. Gulf Professional Publishing.
<https://www.ucarecdn.com/fb7332e8-c35a-47b0-9805-051fa171f8fa/>
- Valencia, C. S. Y., Rodríguez, H. L. F., & Giraldo P. G. A. (2011). Cinética de la deshidratación y control de la oxidación en manzana Granny smith, mediante la aplicación de diferentes métodos de secado. *Revista Tumbaga* 6,7-16.
<https://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/44>
- Vargas, D. P. (2015). *Efecto de la liofilización sobre propiedades fisicoquímicas y vida útil de cocona (Solanum sessiliflorum Dunal) en polvo*. [tesis maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UN.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/53964>
- Villalobos, D. (2008). “Evaluación física y química para evitar la oxidación en la pasta de aguacate mínimamente procesada”. [tesis pregrado, Universidad “Dr. José Matías Delgado”]. Repositorio Institucional UJMD.
<https://docplayer.es/129126052-Universidad-dr-jose-matias-delgado.html>
- Zapata, J. E., Restrepo-Suárez, A. M., & Arias, L. (2016). Cinética de la deshidratación osmótica del aguacate (*Persea americana*), y optimización del color por medio de superficies de respuesta. *Información tecnológica*, 27(4), 17-32.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718_07642016000400003