

*Physicochemical characterization of a wild fruit of cactaceae (*Haageocereus pseudomelanoste*le). Dehydrated by different methods for preserving its vitamin C content*

Wilson Daniel Simpalo-Lopez, Maestro en Gerencia de Industrias Agropecuarias y Pesqueras¹, Guillermo Segundo Miñan-Olivos, Magister en Gestión Pública¹, Gracia Isabel Galarreta-Oliveros, Maestro en Administración¹, Williams Esteward Castillo-Martinez, Maestro en Gerencia de Industrias Agropecuarias y Pesqueras¹
¹Universidad César Vallejo, Perú, wsimpalo@ucv.edu.pe, gsmo_1987@hotmail.com, ggalarreta@ucv.edu.pe, wcastillom@ucv.edu.pe

Abstract-- *The purpose of this research was to carry out the physicochemical characterization of a wild fruit of cactaceae (*Haageocereus pseudomelanoste*le). For this, fruits free of lesions and contaminants were selected, from the Ancash region (Peru). The fruits had the following characteristics: carbohydrates 7.22 g / 100g; ash 0.43 g / 100g; dietary fiber 2.26 g / 100g; Brix 5 degrees; fat 0.12 g / 100g; humidity 91.58 g / 100g; pH 3.3; 0.65 g / 100g protein and a vitamin C content of 66.73 mg / 100g of fresh pulp. After characterization, the fruits were dehydrated, using four methods: convection dried, lyophilization, lyophilization with preliminary osmotic dehydration, lyophilization with preliminary osmotic dehydration and maltodextrin. Subsequently, the concentration of vitamin C in the four dehydrated samples was determined. The results obtained were statistically evaluated, using an analysis of variance (ANOVA) where it showed a statistically significant difference between treatments ($p < 0.05$). The lyophilization treatment being the one that conserves the most vitamin C content in the wild fruit of cactaceae (*Haageocereus pseudomelanoste*le)*

Keywords-- *dehydration, lyophilized, vitamin C, *Haageocereus pseudomelanoste*le.*

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.114>
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

*Caracterización fisicoquímica de un fruto silvestre de cactaceae (*Haageocereus pseudomelanosteles*). Deshidratado por diferentes métodos para la conservación de su contenido de vitamina C.*

Wilson Daniel Simpalo-Lopez, Maestro en Gerencia de Industrias Agropecuarias y Pesqueras¹, Guillermo Segundo Miñan-Olivos, Magister en Gestión Pública¹, Gracia Isabel Galarreta-Oliveros, Maestro en Administración¹, Williams Esteward Castillo-Martinez, Maestro en Gerencia de Industrias Agropecuarias y Pesqueras¹

¹Universidad César Vallejo, Perú, wsimpalo@ucv.edu.pe, gsomo_1987@hotmail.com, ggalarreta@ucv.edu.pe, wcastillom@ucv.edu.pe

Resumen—La presente investigación tuvo por finalidad realizar la caracterización fisicoquímica de un fruto silvestre de cactaceae (*Haageocereus pseudomelanosteles*). Para ello se seleccionó frutos exentos de lesiones y contaminantes, procedentes de la región Ancash (Perú). Los frutos presentaron las siguientes características: carbohidratos 7.22 g/100g; ceniza 0.43 g/100g; fibra dietaria 2.26 g/100g; grados Brix 5; grasa 0.12 g/100g; humedad 91.58 g/100g; pH 3.3; proteína 0.65 g/100g y un contenido de vitamina C de 66.73 mg/100g de pulpa fresca. Después de su caracterización, los frutos fueron deshidratados, empleando cuatro métodos: secado por convección, liofilización, liofilización con deshidratación osmótica preliminar, liofilización con deshidratación osmótica preliminar y maltodextrina. Posteriormente se determinó la concentración de vitamina C en las cuatro muestras deshidratadas. Los resultados obtenidos fueron evaluados estadísticamente, mediante un análisis de varianza (ANOVA) donde mostró una diferencia estadísticamente significativo entre los tratamientos ($p < 0.05$). Siendo el tratamiento de liofilización el que conserva en mayor medida el contenido de vitamina C en el fruto silvestre de cactaceae (*Haageocereus pseudomelanosteles* spp. *Acanthocladus*).

Palabras clave— deshidratación, liofilizado, vitamina C, *Haageocereus pseudomelanosteles*

I. INTRODUCCIÓN

La deshidratación es un método utilizado desde hace tiempo y que ha dado buenos resultados al momento de conservar alimentos como frutas, hortalizas, carnes y pescados. En general, se podría definir a la deshidratación como el proceso usado para eliminar total o parcialmente el agua de una sustancia que lo contiene; sin embargo, debido a que muchos de los alimentos agroindustriales son sólidos, se podría utilizar la definición de deshidratación como: “la operación básica por la que el agua que contiene un sólido o una solución (generalmente concentrada) se transfiere a la fase fluida que lo rodea debido a los gradientes de actividad de agua entre ambas fases” [1].

En el caso de la deshidratación de frutas y verduras, un método muy difundido, es la utilización de calor para lograr la

evaporación del agua; dicha aplicación de calor podría lograrse por medio de conducción, convección y radiación. En ese sentido, uno de los métodos más comunes, es el uso de una corriente de aire caliente donde la transferencia de calor se daría principalmente por convección. En este sentido investigaciones referente a este tema, determinaron que la deshidratación por aire caliente permite una adecuada retención de nutrientes con excepción del ácido ascórbico y beta caroteno; sin embargo, las propiedades físicas son las más afectadas debido a los prolongados períodos de exposición de la muestra y al uso de altas temperaturas. Por otro lado, estas investigaciones, también hacen referencia a que la deshidratación por aire caliente evita encontrar una considerable carga microbiana en las frutas procesadas [2].

Otro método utilizado es la deshidratación osmótica, que consiste en la inmersión de un alimento sólido fresco en una solución acuosa de alta concentración osmótica provocando un flujo simultáneo de soluto y solvente a través del tejido celular entre la solución y el alimento procesado [3]. De la misma manera, la deshidratación osmótica puede ser utilizada como pre tratamiento o en combinación con otros métodos de deshidratado; estudios realizados determinan que el pre tratamiento con deshidratación osmótica fue el que mejor mantuvo las características de apariencia sobre una muestra de hojuelas de mango deshidratadas, además concluyeron que deshidratar las hojuelas de mango pretratadas redujo el tiempo de exposición a las condiciones térmicas minimizando el daño a las características organolépticas de las hojuelas de mango [4].

Una tercera alternativa es la deshidratación por congelación o liofilizado. La liofilización es un método de deshidratación que está compuesto, principalmente, por dos etapas: la primera etapa se desarrolla a través de la congelación de la muestra y en la segunda etapa se realiza un secado por sublimación directa del hielo bajo presión reducida [5]. El liofilizado fue diseñado con la finalidad de reducir las

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.114>
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

pérdidas de los compuestos responsables del sabor y el aroma en los alimentos; los cuales, comúnmente, se pierden con los métodos convencionales que aplican calor. En referencia a dicho punto, los resultados de una investigación demostraron, que en muestras de guayaba-pera (*Psidium guajava L.*), liofilizadas se preservó en mayor porcentaje el contenido de vitamina C con respecto a un secado por convección [6].

En los frutos silvestres es necesario realizar trabajos de investigación referente a la caracterización nutricional y de esta manera tener la certeza de que un alimento aporte nutrientes a los consumidores. Estos frutos también podrían tener características factibles de industrializar, generando un valor agregado en beneficio de los pobladores del lugar donde se desarrolla esta planta. Para realizar una buena selección del proceso de industrialización de una determinada materia prima, es necesario evaluar cada uno de ellos, en función de una característica determinada, por ejemplo el contenido de vitamina C. De esta manera se podrá seleccionar el mejor método que nos permita conservar en mayor medida las características nutricionales originales de una materia prima.

En el Perú, los cactus (nombre común de la familia Cactaceae) han sido utilizados en el campo alimenticio desde épocas antiguas, las cuales se remontan al llamado Horizonte Pre agrícola que va de más 10000 a 6000 años de antigüedad. Dentro del Reino Vegetal se les clasifica como plantas Angiospermas, Dicotiledóneas, dentro del Orden Cactales; asimismo, son plantas americanas; plantas suculentas; las cuales han cambiado las hojas por espinas; tienen tallos fotosintéticos y la presencia de areolas [7]. También se pueden calificar a los cactus como frutas silvestres con elevado potencial vitamínico [8]. En la región de Ancash se puede encontrar un tipo de cactus arbustivo denominado *Haageocereus pseudomelanostelesubsp. Acanthocladus*, el cual crece de manera silvestre y como consecuencia ha sido poco estudiado y desaprovechado como fuente alimenticia; en ese sentido, un método idóneo para conservar sus propiedades es la deshidratación de sus frutos [9].

II. MÉTODOS

La muestra evaluada fue el fruto de cactus silvestre (*Haageocereus pseudomelanostelesubsp. Acanthocladus*, procedente en el distrito de Moro Ancash-Perú, la cual a su vez fue seleccionada utilizando un muestreo no probabilístico por conveniencia. La muestra recolectada fue trasladada al laboratorio de procesos industriales de la Universidad Cesar Vallejo-Chimbote, donde se acondicionó (lavado, desinfectado, pelado y pulpeado) para su caracterización en función a su contenido de carbohidrato, ceniza (AOAC 940.26), fibra dietaria (AOAC 985.29), grados brix (NTP 203.072), grasa (AOAC 920.177), humedad

(AOAC. 925.10), pH (AOAC 981.12), proteína (AOAC 920.152) y vitamina C (AOAC 985.33).

Para la deshidratación de las muestras, el fruto fue seleccionado, lavado, desinfectado, pelado y cortado en láminas de 3 mm de espesor y un diámetro de 4 cm aproximadamente. La deshidratación de las muestras se hizo mediante cuatro métodos (Fig. 1): secado por convección, liofilización, liofilización con pre tratamiento de deshidratación osmótica y liofilización con pre tratamiento de deshidratación osmótica más encapsulante (maltodextrina). Para el secado por convección se empleó un secador de bandejas con aire forzado a una temperatura de 70°C, una velocidad de aire 3 m/s, por un tiempo de 8 hr. Para la deshidratación por liofilización se empleó temperaturas de congelación de -40°C, presión de vacío de 1 Pa y temperatura de secado hasta 25°C. Para la muestra liofilizada con pre tratamiento de deshidratación osmótica se empleó una solución azucarada de 55°Brix, una temperatura de 45°C, por un tiempo de 8 hr. Para la muestra liofilizada con pre tratamiento de deshidratación osmótica y adición de maltodextrina, se empleó una solución azucarada de 55°Brix, a una temperatura de 45°C, por 8hr, con una concentración de 7% de maltodextrina.

Después de haber sido sometidos las muestras a diferentes métodos de deshidratación se procedió a determinar su contenido de humedad (AOAC. 925.10) y contenido de vitamina C (AOAC 985.33), cada uno de estos análisis se realizaron por triplicado. Después de obtenidos los resultados para cada tratamiento, se aplicó el análisis de varianza ANOVA, utilizando el software Statgraphics Centurion, con el fin de determinar la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre los valores obtenidos de vitamina C de las diferentes muestras deshidratadas.

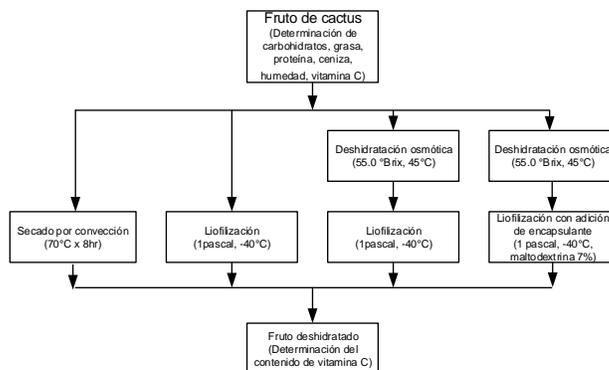


Fig. 1 Esquema experimental para la deshidratación fruto de cactus *Haageocereus pseudomelanostelesubsp. Acanthocladus*

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

En la Fig. 2, se muestra la procedencia de los frutos de *Haageocereus pseudomelanostele*, que fueron recolectados del distrito de Moro, en la provincia del Santa (Ancash, Perú), exactamente a S 9° 8' 20.958" de latitud y O 78° 11' 31.761" de longitud; la cual es una zona de abundante vegetación y dedicada al cultivo del campo, sobre todo para productos destinados a la agroindustria.

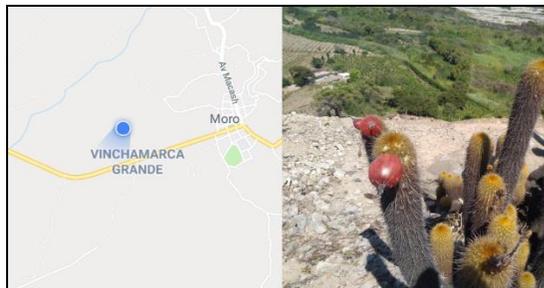


Fig. 2 Ubicación geográfica del cactus silvestre *Haageocereus pseudomelanostele*

Se recolectó las muestras y se realizó su caracterización físico-química. En la Tabla 1, se muestra los resultados, donde se determinó que el fruto *Haageocereus pseudomelanostele* está compuesto en mayor proporción por agua, seguido de carbohidratos, fibra dietaria y en valores por debajo del 1% de grasa y proteína.

TABLA 1

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL FRUTO DE CACTUS SILVESTRE HAAGEOCEREUS PSEUDOMELANOSTELE SUBESPECIE ACANTHOCLADUS

Composición	Promedios obtenidos
Carbohidratos (g/100g)	7.22±0.27
Ceniza (g/100g)	0.43±0.04
Fibra dietaria (g/100g)	2.26±0.1
Grados Brix (°Brix)	5±0.26
Grasa (g/100g)	0.12±0.02
Humedad (g/100g)	91.58±1.28
pH (-)	3.3±0.1
Proteína (g/100g)	0.65±0.05

Con respecto al contenido de vitamina C, los resultados mostraron que el fruto de *Haageocereus pseudomelanostele* contenía 66.73 mg/100g de pulpa. Este valor es mayor en comparación con frutas nativas peruanas como el aguaymanto y el sanqui, y frutos obtenidos de otras variedades de cactus como la tuna (Fig. 3).

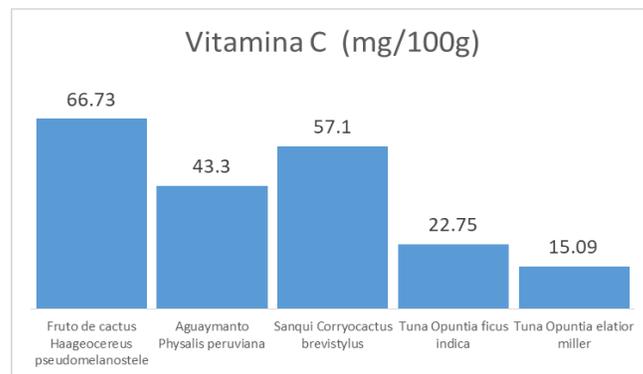


Fig. 3 Comparación de los resultados obtenidos para el fruto del cactus *Haageocereus pseudomelanostele* y otras variedades de frutos.

Las muestras caracterizadas, fueron sometidas a diferentes procesos de deshidratación, tal como se muestra en la Tabla 2. Las muestras secadas por convección redujeron su masa en un 81.7%, siendo este método el menos efectivo en la eliminación del agua del fruto, las muestras liofilizadas mostraron valores entre el 89% y 92%. Con respecto al contenido de vitamina C, se determinó que las muestras secadas por convección y liofilizadas, sin emplear una deshidratación osmótica preliminar, conservan mayor contenido de vitamina C.

TABLA 2

HUMEDAD Y CONTENIDO DE VITAMINA C DE MUESTRAS DESHIDRATADAS

Tratamientos	Vitamina C (mg/100 g)	Humedad (%)
Secadas por convección (S.C)	956.24±8.61	11.78±0.20
Liofilización (LIOF)	1616.17±6.60	2.25±0.04
Liofilización con deshidratación osmótica preliminar(LIOF-DO)	185.10±4.37	1.74±0.04
Liofilizadas con deshidratación osmótica preliminar, con 7% de maltodextrina. (LIOF-DO-MD)	189.69±4.44	1.88±0.06

Los valores obtenidos de vitamina C de los cuatro tratamientos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), utilizando Statgraphics Centurion, cuyo resultado se muestra en la Tabla 3. La tabla ANOVA descompone la varianza del contenido de Vitamina C en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de un grupo. La relación F, que en este caso es igual a 36378.5, es una proporción de la estimación entre grupos y la estimación dentro de un grupo. Dado que el valor P de la prueba F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre el contenido de vitamina C, de cada método de deshidratación con un nivel de confianza del 95.0%.

TABLA 3
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE VITAMINA C

Fuente	Suma de cuadrados	G.L.	Cuadrado medio	F-Ratio	P-Valor
Entre grupos	4.28E+06	3	1.43E+06	36378.5	0
Dentro de grupos	313.405	8	39.1756		
Total	4.28E+06	11			

Para determinar que tratamiento (métodos de deshidratación) es significativamente diferentes de los demás, se realizó una prueba de rango múltiple (Método de Duncan), los resultados muestran la diferencia estimada entre cada par de medias (Tabla 4.). Se colocó un asterisco junto a 5 pares, lo que indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas en el nivel de confianza del 95.0%. Donde se encontró que solo los tratamientos de LIOF+DOMD con LIOF+DO no presentaron una diferencia estadísticamente significativa.

TABLA 4
RESULTADO DE PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE

Contrastación entre tratamientos.	Diferencia Significativa.	Diferencias entre cada par de medias.
(LIOF+DO+MD) – (LIOF+DO)		4.59
(LIOF+DO+MD) – (LIOF)	*	-1426.48
(LIOF+DO+MD) – (S.C)	*	-766.55
(LIOF+DO) – (LIOF)	*	-1431.07
(LIOF+DO) – (S.C)	*	-771.14
(LIOF) – (S.C)	*	659.93
* Denota una diferencia estadísticamente significativa.		

Al comparar la composición fisicoquímica del fruto de *Haageocereus pseudomelanostele*, con frutas nativas peruanas, como la tuna verde (*Opuntia ficus indica*), se identificó valores similares en humedad, cenizas, grasa y niveles de pH, los valores encontrados fueron: 81.7 g/100g, 0.4 g/100g, 0.1 g/100g y 6.07 respectivamente, así mismo, hubo cercanía con algunos resultados mostrados para la papaya del monte (*Carica pubescens*) la cual presentó una humedad 93.7 g/100g y un pH de 4.5. Con respecto a las diferencias se pudo determinar que el contenido de carbohidratos, es en promedio menor al compararlo con la tuna verde (*Opuntia ficus indica*) y el aguaymanto (*Physalis peruviana*) los cuales obtuvieron 16.3 g/100g y 17.3 g/100g,

respectivamente; sin embargo, demostró tener mayor cantidad de carbohidratos en referencia a la papaya del monte (*Carica pubescens*) la cual tuvo 4.9 g/100g. Con respecto al contenido de fibra del fruto de *Haageocereus pseudomelanostele* presentó un promedio inferior en comparación a la tuna verde (*Opuntia ficus indica*) y al aguaymanto (*Physalis peruviana*) los cuales tuvieron valores de 3.7 g/100g y 3.6 g/100g, respectivamente; por el contrario, su nivel fue superior en relación a la papaya del monte (*Carica pubescens*) que solo tuvo 0.6 g/100g. Para el caso del contenido de proteínas, la tuna verde (*Opuntia ficus indica*), el aguaymanto (*Physalis peruviana*) y la papaya del monte (*Carica pubescens*) tuvieron 1.5 g/100g, 1.9 g/100g y 0.9 g/100g, respectivamente, valores superiores al fruto del *Haageocereus pseudomelanostele* [10].

En los procesos de deshidratación se logró obtener niveles de humedad promedio de la siguiente manera: secado por convección 11.78%, por liofilización 2.25%, por liofilización más deshidratación osmótica 1.74% y por liofilización con maltodextrina más deshidratación osmótica 1.88%. En un estudio realizado a la chalarina (*Casimiroa edulis*), fruto con alto contenido de vitamina C, se procedió a deshidratarlo, con diversos métodos como la deshidratación osmótica al vacío más secado por convección (10% de humedad), secado solo por convección (10.03% de humedad), deshidratación osmótica al vacío más liofilización (1.82% de humedad) y solo liofilización (2.02% de humedad) [13].

Con respecto a la vitamina C, se estableció diferencias con frutos de otras variedades (Fig 3); por ejemplo el Sanqui (*Corryocactus brevistylus subsp. Puquiensis*), fruto de cactus que crece en las vertientes occidentales del Perú se determinó un valor de 57.1 mg/100 g de vitamina C; es decir, un 14.43% menos que el fruto de *Haageocereus pseudomelanostele*. En otra investigación se determinó que la tuna (*Opuntia elatior Miller*), cosechada en Venezuela, se le cuantificó 15.09 mg/100g lo cual indicó un 77.39% menos contenido de vitamina C que el fruto en estudio [11]. Para algunos géneros de la familia de cactáceas el contenido de vitamina C suele fluctuar entre 26 mg/100g y 48 mg/100g, valores que fueron superados por el fruto de *Haageocereus pseudomelanostele*, reportados en el presente estudio [12].

Con respecto a la comparación del contenido de vitamina C en las muestras deshidratadas se determinó que la muestra que obtuvo menor concentración fue la deshidratada con liofilización más deshidratación osmótica con una concentración de 169.54 mg/100 g, esta menor concentración se habría debido a la exposición de la muestra a altas temperaturas durante la etapa de deshidratación osmótica, además de ello, se habría producido pérdidas de vitamina C por lixiviación, puesto que la vitamina C es hidrosoluble [14]. El deterioro de Vitamina C se debe principalmente a que es un componente muy sensible a la temperatura, por lo que se

degrada por efecto del calor, además de la degradación por oxidación [15]. Lo antes expuesto se corrobora con los resultados de la presente investigación, donde la muestra que no se le aplica un tratamiento térmico de altas temperaturas, como es la liofilización es la que presenta mayor contenido de vitamina C (1488.03 mg/100 g). En otra investigación referente a la deshidratación de *Psidium guajava L.*, el método que conservo en mayor medida la vitamina C, fue también la liofilización respecto al secado por convección [6].

V. CONCLUSIONES

El contenido de vitamina C del fruto del cactus (*Haageocereus pseudomelanostele*) es 66.73 mg/100 g., cuyo valor es mayor que otros frutos de similar estructura (*Aguaymanto, sanqui y tuna*).

Los cuatro métodos de deshidratación evaluados permitieron obtener un producto de baja humedad (<11.78%), lo que permitirá una adecuada conservación del producto terminado. Después de comparar cada uno de los métodos de deshidratación evaluados se determinó que el método que conserva mejor el contenido de vitamina C es la liofilización (1616.17 mg/100 g) en relación a otros métodos como el secado por convección o el liofilizado con deshidratación osmótica o con la adición de maltodextrina.

REFERENCIAS

- [1] Fito, P., Andrés, A., Barat, J., y Albors, A. (2016). Introducción al secado de alimentos por aire caliente. Valencia, España: Editorial Universitat Politècnica de València.
- [2] Ceballos, E., y Jiménez, M. (2012). Cambios en las propiedades de frutas y verduras durante la deshidratación con aire caliente y su susceptibilidad al deterioro microbiano. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(1), 98-110. Recuperado de: [http://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6\(1\)-Ceballos-Ortiz-et-al-2012.pdf](http://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6(1)-Ceballos-Ortiz-et-al-2012.pdf)
- [3] Sanjinez, E., Branco, I., Takito, S., y Corbari, J. (2010). Influencia de la deshidratación osmótica y de la adición de cloruro de calcio en la conservación de kivis mínimamente procesados. *Ciência e Tecnología de Alimentos*, 30(1), 205-209. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v30s1/31.pdf>
- [4] García, M., Alvis, A., y García, C. (2015). Evaluación de los pretratamientos de deshidratación osmótica y microondas en la obtención de hojuelas de mango (Tommy Atkins). *Información Tecnológica*, 26(5). Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000500009>
- [5] Orrego, C. (2008). Congelación y liofilización de alimentos. *VirtualPro*. Recuperado de: <https://www.revistavirtualpro.com/biblioteca/congelacion-y-lio-filizacion-de-alimentos>
- [6] Serpa, Á., Vásquez, D., Castrillón, D., e Hincapié, G. (2015). Comparación de dos técnicas de deshidratación de guayaba-pera (*Psidium guajava L.*) sobre los efectos del contenido de vitamina C y el comportamiento de las propiedades técnico-funcionales de la fibra dietaria. *Revista Lasallista de Investigación*, 12(1), 10-20. Recuperado de: <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/rl-di/article/view/785/538>
- [7] Ostolaza, C. (2014). *Todos los cactus del Perú*. Lima: Editorial Franco.
- [8] Leiva, S., Zapata, M., Gayoso, G., Chang, L., y Leiva, M. (2013). Frutas silvestres con potencial vitamínico de los andes centrales de América. *Arnaldoa*, 20(2), 315-358. Recuperado de: <http://journal.upao.edu.pe/Arnaldoa/article/view/126/122>
- [9] Arakaki, M., Ostolaza, C., Cáceres, F., y Roque, J. (2006). Cactaceae endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13(2), 193-219. Recuperado de: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/article/viewFile/1821/1592>
- [10] Repo, R., y Encina, C. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la sociedad química del Perú*, 74(2), 10-20. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2008000200004&script=sci_arttext
- [11] Moreno, M., García, D., Belén, D., Medina, C., y Muñoz, M. (2008). Análisis bromatológico de la tuna *Opuntia elatior* Miller (Cactaceae). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 25(1). Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-78182008000100004&script=sci_arttext
- [12] Nazareno, M., y Padrón, C. (2011) Nuevas tecnologías desarrolladas para el aprovechamiento de las cactáceas en la elaboración de alimentos. Componentes funcionales y propiedades antioxidantes. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(1), 202-238. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/25891773.pdf>
- [13] Castañeda, J., Arteaga, H., Siche, R., y Rodríguez, G. (2010). Estudio comparativo de la pérdida de vitamina C en chalarina (*Casimiroa edulis*) por cuatro métodos de deshidratación. *Scientia Agropecuaria*, 1(1), 75-80. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/3576/357633694007/>
- [14] Badui, S. 1999. *Química de alimentos*. 3° edición, Editorial Pearson. México.
- [15] Sindoni, M. 2008. Efecto de la deshidratación sobre las características fisicoquímicas del merey (*anacardium*

occidentale l.). XX Congreso Brasileiro de Fruticultura.
Disponibile en: http://200.137.78.15/cd_XXCBF/