

Obtención de aguaymanto (*Phisalis peruviana*) liofilizado

M. Bautista C.¹, L. Reyna M.¹, M. Bravo A.², R. Aguirre M.²

(Recibido: 18/05/2014 / Aceptado: 15/07/2014)

RESUMEN

El aguaymanto (*Phisalis peruviana*) fue secado por liofilización con la finalidad de preservar sus características: fisicoquímicas, nutricionales y organolépticas, para ello se realizaron las siguientes operaciones: lavado con agua potable, selección, retiro de cáscara, desinfección, enjuague con agua potable, cortado en mitades y secado por liofilización en equipo piloto modelo L-I-E-300-CRT Rificor. La humedad inicial del fruto en promedio fue de 75,56%, con 15,1 °Brix, y la humedad final de 5,63%, conservándose la vitamina C en un 94% respecto al fruto fresco. El tiempo de liofilización fue de 72,5 horas y alcanzó -30°C en el punto más bajo y 40°C en el secado. La incorporación hasta en un 20% del liofilizado en yogurt comercial fue aceptable para el panel de degustadores.

Palabras claves: Aguaymanto, liofilización, yogurt.

Obtaining aguaymanto (*Phisalis peruviana*) lyophilisate

ABSTRACT

The aguaymanto has been dried by lyophilization in order to preserve their physicochemical, nutritional and sensorial characteristics, to do this the following operations are performed: wash with potable water, selection, draw out of special shell, disinfection, rinse with potable water, cut into two pieces and freeze drying in pilot equipment model L-I-E-300-CRT Rificor. The initial moisture of the fruit is averaging 75,56% with 15,1 °Brix, the final moisture of 5,63%, preserving the content of vitamin C at 94% with regard to fresh fruit. The lyophilization time was 72,5 hours and reached -30°C at the lowest point and 40°C in the drying. Yogurt was formulated by addition of 20% of lyophilized whith good qualification by tasters panel.

Keywords: Aguaymanto, lyophilization, yogurt.

1 Departamento Académico de Procesos, FQIQ-UNMSM, mbautista8@hotmail.com, lreynam@unmsm.edu.pe

2 Departamento Académico de Química Analítica e Instrumentación, FQIQ-UNMSM, mbravoa@hotmail.com, rosa.gui@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

El aguaymanto conocido también como capulí, uchuva, tomate silvestre, “Incan berries”, “Golden berries” es un arbusto, oriundo de los Andes Peruanos, conocido como fruta nativa desde la época de los Incas. Era una de las plantas preferidas del jardín de los nobles y particularmente fue cultivada en el valle sagrado de los incas.

Sus frutos son esferas succulentas y doradas, protegidas por una cáscara no comestible de una textura como el papel, de tamaño pequeño, que le dan a esta fruta una apariencia muy apetecible en el mercado, al igual que su agradable aroma, con un sabor peculiar agri dulce y amargo de buen gusto. Esta fruta rústica y nativa peruana constituye una parte importante de la dieta alimenticia del sector rural donde crece y se propaga en forma silvestre, especialmente en las áreas calientes y secas cercanas a los Andes.

En los últimos años la demanda local, nacional y extranjera de este fruto se encuentra en estado creciente, tanto en frutos frescos como en productos transformados^[3]. Paralelamente se han estudiado algunas de sus propiedades nutricionales, habiéndose encontrado excelentes propiedades antioxidantes y anti-inflamatorias y preventivas de cáncer^[1, 2].

Según la información comercial, los clientes y consumidores de aguaymanto en el exterior situados en países a donde se dirigen las exportaciones peruanas como Canadá, Japón, Francia, Holanda, Alemania requieren consumir frutas en diferentes presentaciones tales como: mermeladas, frescas, pulpas congeladas, deshidratadas. En esta última presentación actualmente se industrializa por procedimientos convencionales de secado por aire caliente, cuya temperatura destruye en parte el ácido ascórbico o vitamina C factor antioxidante de suma importancia en la nutrición.

El presente estudio de investigación está orientado a desarrollar una tecnología para obtener el aguaymanto deshidratado a baja

temperatura denominado liofilización cuyo objetivo es disminuir considerablemente la pérdida del contenido de vitamina C.

Los mayores problemas que se presentan en el consumo de alimentos procesados es son la inocuidad y la disminución de sus propiedades nutritivas y funcionales, esta última como factor fundamental para prevenir la aparición de enfermedades. Para lograr la inocuidad se emplean técnicas de procesamiento que emplean altas temperaturas no solo para inhibir enzimas de deterioro de las propiedades organolépticas, sino también para reducir la carga microbiana, sin embargo estas tecnologías se enfrentan con la destrucción de vitaminas termolábiles como el ácido ascórbico, que finalmente disminuyen las propiedades nutricionales de alimentos procesados.

La deshidratación del aguaymanto ya sea por secado solar o por aire caliente empleando equipos no es la excepción. Al respecto existe un método de secado por liofilización donde primero se congela el producto y luego en la misma cámara se hace un alto vacío y al producto congelado se le suministra un calor de sublimación que permite una deshidratación pasando el agua congelada del estado sólido directamente al estado vapor con temperaturas que llegan apenas a 30°C, preservando el contenido de ácido ascórbico, el color y el sabor de frutas como el aguaymanto^[5, 6].

El objetivo del presente estudio es encontrar los parámetros de deshidratación del aguaymanto por el método de liofilización, así como evaluar la cantidad de vitamina C que se pierde por efecto de los tiempos y temperaturas a la que es sometida la fruta durante el proceso. Asimismo se hacen pruebas de incorporación del producto liofilizado en yogurt comercial a fin de evaluar la aceptabilidad de su consumo.

II. PARTE EXPERIMENTAL

Se determinó en primer lugar las propiedades de la materia prima sin cáscara

tales como: humedad, densidad promedio, contenido de sólidos solubles y contenido de vitamina C. El contenido de vitamina C se realizó por volumetría redox, usando el método Iodimétrico: titulación directa con solución de Iodo resublimado. Las etapas del procedimiento experimental fueron: acondicionamiento de la materia prima, limpieza, selección, separación de la cáscara que cubre al fruto, lavado, cortado en mitades, se detallan según la figura N° 1. Diagrama de flujo del procesamiento; determinación de humedad y los grados °Brix. Para la deshidratación por liofilización se determinaron las condiciones de congelamiento y secado en alto vacío en el equipo Liofilizador con Cámara de Acero Inoxidable y Sistema de Taponado Modelo L-I-E-300-CRT, Rificor y se realizaron cuatro pruebas experimentales. El producto obtenido tiene una estructura esponjosa, color y sabor naturales. Para almacenamiento de las muestras deshidratadas se procedió a un envasado al vacío empleando una Empacadora de temperatura y vacío regulable marca Sagas. Se efectuaron pruebas de incorporación del liofilizado en yogurt natural comercial; la evaluación organoléptica concluyó en una aceptación hasta con un 20 % de incorporación. Las determinaciones fisicoquímicas del yogurt con aguaymanto liofilizado se realizaron según la AOAC^[7] y las Normas Técnicas Peruanas (NTP)^[8].

El procedimiento para la obtención del aguaymanto liofilizado fue el siguiente:

Sobre la materia prima

- Peso de la fruta entera: 397g, se utilizó Balanza electrónica Marca: Ohaus, Modelo: FD15
- Peso del capullo: 24,0 g
- Frutos malogrados: 10,0 g
- Peso de fruta para el proceso: 363 g
- Densidad: 0,8200 g/mL
- Diámetro promedio del fruto: 2 cm
- Peso promedio por unidad de fruto: 4,93 g

- Humedad inicial: 75,56%, realizado en Estufa Eléctrica, Marca: Quimis.
- Sólidos solubles: 15,1 °Brix, se utilizó Refractómetro, Marca: Sper Cientific.
- Contenido de Vitamina C: 40,29 mg/100 g

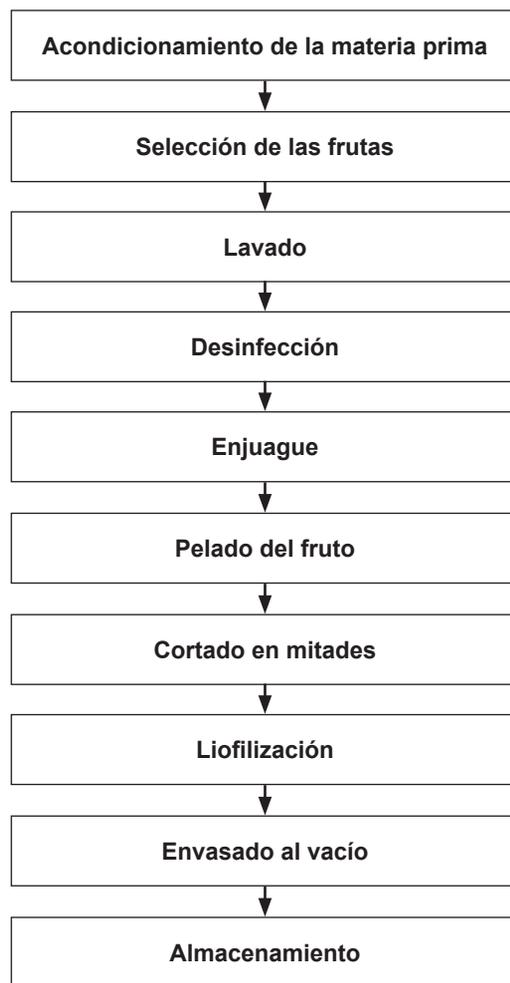


Figura 1. Diagrama de flujo para la liofilización de aguaymanto.

Sobre el flujo de operaciones

Los resultados de este flujo corresponden a la prueba N° 2 de la Tabla N° 1.

1. Selección de los frutos.
2. Lavado con agua potable.
3. Lavado con agua clorada a 5 ppm.
4. Enjuague con agua potable.
5. Pelado y cortado del fruto en mitades, para facilitar el secado.

6. Proceso enfriamiento-congelamiento, hasta alcanzar una presión de vacío de 0,012 mm Hg en un tiempo de 3 horas.
7. Calentamiento gradual con suministro de calor de sublimación hasta un máximo de 30°C, por un tiempo de 69 horas y 30 minutos. La temperatura máxima regulable en el equipo alcanza 40°C.

- Aguaymanto liofilizado obtenido: 75,0 g.
- Humedad final: 5,63%
- Contenido de Vitamina C:
- 37,70 mg/100 g.

Se efectuaron cuatro pruebas de secado en el Liofilizador con Cámara de Acero Inoxidable y Sistema de Taponado Modelo L-I-E-300-CRT, Marca Rificor S.H., cuyos resultados se presentan en la Tabla N° 1.

Tabla 1. Pruebas de liofilización de aguaymanto

Pruebas	Peso de fruta (g)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Tiempo de congelamiento (h)	Tiempo de secado (h)	Fruta seca (g)
1	244,0	75,00	3,84	2,50	84,00	46,00
2	397,0	75,56	5,63	3,00	69,50	75,00
3	686,0	74,25	3,39	2,83	71,00	130,00
4	522,0	75,63	2,45	2,97	71,97	140,00

Asimismo en la Tabla N° 2 se presenta la relación Tiempo-Temperatura durante el enfriamiento-congelamiento y en la figura N° 2 se observa dicha relación.

Tabla 2. Tiempo y temperatura durante el enfriamiento-congelamiento

Tiempo (minutos)	Temperatura (°C)
10	5
20	2
30	-6
55	-7
60	-9
80	-16
133	-32
178	-33

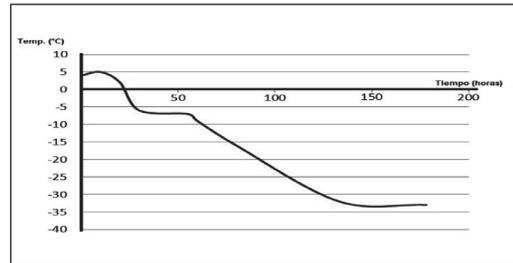


Figura 2. Curva de enfriamiento-congelamiento.

Por otra parte en la Tabla N° 3 se presenta la relación de Tiempo y Temperatura durante la etapa de calentamiento-secado en el liofilizador y en la figura N° 3 se aprecia dicha relación.

Tabla 3. Calentamiento-secado en el liofilizador

Tiempo h	Temperatura °C	Tiempo h	Temperatura °C
0	-36	28,67	30
0,5	-30	29,67	30
2,37	-28	30,67	30
3,07	-26	30,67	30
4,02	-24	30,67	30
5,29	-22	33,67	30
6,09	-21	33,67	30
6,67	-20	34,67	30
7,67	-17	35,67	30
8,67	-16	36,67	30
9,67	-16	37,67	30
10,07	-14	38,67	30
19,85	28	39,67	30
22,32	29	40,67	30
23,94	29	68,97	30
24,52	30	69,97	30
24,67	30	70,97	30
26,67	30	71,97	30
27,67	30		

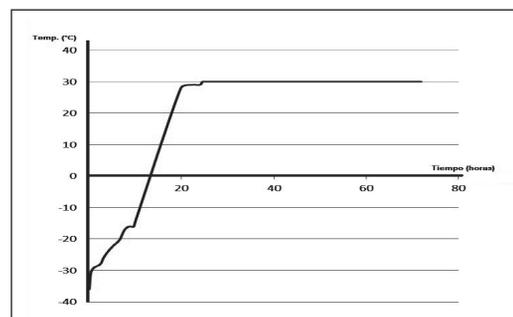


Figura 3. Curva de calentamiento-secado en el liofilizador.

III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El acondicionamiento de la materia prima según el flujo de operaciones propuesto además de mantener las condiciones de higiene y las buenas prácticas genera un problema particular a resolver durante las operaciones de pelado y cortado del fruto que se realizan para facilitar la transferencia de masa y energía durante el proceso de secado en alto vacío; las operaciones en laboratorio se hacen manualmente, pero siempre representan riesgos de pérdida de inocuidad y accidentes laborales además de consumir un apreciable tiempo. Un escalamiento a nivel planta piloto o industrial de estas operaciones unitarias requiere el diseño de un equipo pelador-cortador en mitades para el tamaño promedio que tiene el fruto de aguaymanto.

Durante la etapa de enfriamiento-congelamiento del producto figura N° 2, puede apreciarse una relación directa, es decir a medida que pasa el tiempo la temperatura del producto desciende llegando al punto donde se inicia la congelación, cercano a los

0°C, después de 25 minutos. Luego continúa el descenso de temperatura hasta -34°C a partir del cual la tendencia se hace asintótica, lo que indica el fin del congelamiento donde se alcanza el mayor porcentaje de nucleación de cristales del agua contenida en el producto.

En la etapa de secado en alto vacío según la figura N° 3, se aprecia también una relación directa, es decir a medida que aumenta la temperatura debido al suministro de calor de sublimación, también se incrementa la temperatura llegando hasta un máximo de 30°C, a partir del cual la curva tiende a una asíntota y cualquier tiempo adicional ya no modifica la temperatura del producto.

Sobre la formulación del yogurt natural con 20% de incorporación de liofilizado, un panel de degustadores no entrenado concluyó que con este porcentaje, el producto formulado teniendo buena aceptación y según las determinaciones químicas que se muestran en el Tabla N° 4 no hay mayor diferencia con los valores estándares de un yogurt comercial.

Tabla 4. Resultados de análisis químicos de yogurt formulado con aguaymanto liofilizado

	Análisis	Resultados obtenidos Yogurt	Métodos de ensayo
Yogurt con Aguaymanto liofilizado	Sólidos totales (%)	20,97	AOAC 920.151
	Ceniza (%)	0,89	AOAC 940.26A
	Grasa (%) (m/m)	2,73	AOAC 905.02
	Sólidos no grasos % (m/m)	18,24	
	Acidez, expresada en g de ácido láctico % (m/m)	1,19	
	Sólidos solubles °Brix (%)	16,00	NTP 207.038.2009

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha logrado obtener aguaymanto deshidratado por el método de liofilización, preservando el contenido de vitamina C en un 94% considerado la propiedad funcional más importante del fruto.

El rendimiento del proceso de elaboración del liofilizado es de 19% en relación al fruto entero sin inspeccionar y de 21% en relación al fruto pelado y cortado.

Las pruebas organolépticas realizadas con yogurt natural formulado con aguaymanto liofilizado, dieron el mejor resultado con 20% de incorporación.

El Liofilizador empleado en el proyecto puede ser empleado para obtener productos similares a partir de diferentes frutas, con alto valor agregado dirigido a un determinado segmento de mercado.

La mayor dificultad durante la preparación de la materia prima es en el pelado y cortado de la fruta, por lo que se recomienda diseñar un equipo para procesamiento a nivel piloto o industrial.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Wu S.J., Tsai J.Y., Chang S.P., Lin D.L., S.S. Wang S.S., Huang S.N., Ng L.T. Supercritical carbón dioxide extract exhibit enhanced antioxidant and anti-inflammatory activities of *Physalis peruviana*. *Food and Chemical Toxicology*. Japan. June 2009; 47(6): 1132-1138.
- [2] Wu S.J., Ng L.T., Huang Y.M., Lin D.L., Wang S.S., Huang S.N., Lin C.C. Antioxidant Activities of *Physalis peruviana*. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*. 2005; 28(6): 963.
- [3] Sierra Exportadora [homepage en internet]. Lima: Sierra Exportadora; c2014 [Consultada el 13 de mayo 2014]. Disponible en: <http://www.sier-raexportadora.gob.pe>
- [4] Catálogo de la empresa RIFICOR para la operación del liofilizador con cámara de acero inoxidable y sistema de taponado. Buenos Aires.
- [5] Sebastián Ramírez J. Liofilización de alimentos. Universidad del Valle. Cali. Colombia; 2006.
- [6] Charm S.E. Fundamentals of food engineering. 2nd edit. Connecticut: Avi Publishing Company; 1971.
- [7] AOAC. Official Methods of Analysis, 18 th Edition. 2004.
- [8] Determinación de Grados Brix. Melaza de Caña. NTP 207.038. 2009.