



Nota Técnica

Algunos aspectos técnicos sobre la liofilización de pulpa de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal)

Some technical aspects related to freeze-drying of cocona
(*Solanum sessiliflorum* Dunal) pulp

Leynard **Natividad Marín**^{1*}, José Ramón **Cáceres Paredes**²

Universidad Nacional del Callao, Centro Experimental Tecnológico¹ y Facultad de Ingeniería de Alimentos y Pesquera². Avenida Juan Pablo II, N° 306, Provincia Constitucional del Callao, Perú.

*Autor para correspondencia: leynatmar@yahoo.es

Aceptado 08-Diciembre-2013

Resumen

La cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) es una fruta ampliamente distribuida en la Amazonia Sudamericana, con buenas características nutricionales y antioxidantes. El objetivo de este trabajo fue deshidratar la pulpa de cocona mediante liofilización para evaluar algunos aspectos técnicos de un nuevo tipo de producto que permita su mejor comercialización y mayores usos en la industria alimentaria. Los frutos fueron adquiridos en el Mercado Central de Frutas de Lima (Perú) y procesados en el Centro Experimental Tecnológico de la Universidad Nacional del Callao (Callao, Perú). Fue realizado un acondicionamiento y liofilización de la materia prima; en el primero la muestra fue cortada, escaldada, pelada, despulpada, refinada y concentrada al vacío a temperatura de baño de 60 °C durante 15 minutos y presión de -800 mbar; mientras que en la segunda, se congelaron previamente las muestras durante 12 horas a -20 °C para su sublimación durante 24 horas a una presión inferior a 200 µHg. Asimismo, se determinaron los rendimientos y contenidos de humedad en el proceso. Se realizaron caracterizaciones en la pulpa refinada, muestra liofilizada y en la pulpa liofilizada reconstituida: contenido de humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas, carbohidratos incluido el contenido de fibra, densidad, viscosidad, sólidos solubles, azúcares reductores, acidez titulable, pH y solubilidad, según fue el caso. Se obtuvo un polvo higroscópico, con solubilidad en agua de 84,33 % y con ligeras variaciones en sus características con respecto al producto inicial.

Palabras claves: cocona, concentración, deshidratación, liofilización, pulpa, solubilidad, vacío.

Abstract

Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) is a South American Amazon fruit widely distributed, with good nutritional and antioxidants characteristics. The aim of this work was the dehydration of cocona pulp by freeze-drying in order to evaluate some technical aspects of a new type of product that allows a better commercialization and more uses in the food industry. The fruits were purchased at the Mercado Central de Frutas de Lima (Perú), and processed at the Centro Experimental Tecnológico de la Universidad Nacional del Callao (Callao, Perú). It was performed a pre-treatment and freeze-drying of the raw material; in the first the sample was cut, blanched, peeled, pulped, refined and concentrated under vacuum at bath temperature of 60 °C for 15 minutes and pressure of -800 mbar; while in the second, the samples were frozen for 12 hours at -20 °C before their sublimation for 24 hours at a pressure below 200 µHg. Also, it was determined yields and moisture contents in the process. The characterizations were performed in the refined pulp, freeze-dried sample and reconstituted freeze-dried pulp: moisture, protein, ethereal extract, ashes, carbohydrates including fiber content, density, viscosity, soluble solids, reducing sugars, titratable acidity, pH and solubility, among others, depending on the case. A hygroscopic powder was obtained, with solubility in water of 84.33 % and slight variations in its characteristics from the initial product.

Key words: cocona, concentration, dehydration, freeze-drying, pulp, solubility, vacuum.

INTRODUCCIÓN

El Perú cuenta con una variedad de recursos alimentarios naturales, entre los cuales se encuentran los frutos de la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). La cocona, también conocida como tupiro, túpiro, topiro, cubui, cubiu, tomate de indio, peach tomato, manzana o melocotón del Orinoco (Anteparra *et al.*, 2010; Cardona *et al.*, 2011; Rincón *et al.*, 2011; de Andrade-Júnior y Andrade, 2012) se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de la Amazonia peruana, encontrándose también en Venezuela, Brasil, Colombia y Ecuador (Díaz-Correa y Cancino-Chávez, 2007).

Es un fruto de pulpa con consistencia jugosa por su alto contenido de agua de aproximadamente 90 %, y su peso y forma depende del genotipo (Marx *et al.*, 1998). En base fresca, presenta contenidos promedios de proteína 0,5 %; extracto etéreo 0,9 %; carbohidratos 5,9 % y fibra total 1,6 % (Yuyama *et al.*, 2007). Entre 28 etnovariedades

de la Amazonia brasilera, peruana y colombiana, da Silva-Filho *et al.* (2005) determinaron amplias variaciones en las concentraciones de hierro y potasio (97,3-352,7 y 54,6-563,5 mg/100 g de pulpa, respectivamente) y muy bajos contenidos en sodio, sugiriendo la importancia para pacientes con restricciones de este elemento. También se le atribuyen propiedades sobre el metabolismo lipídico como regulador del colesterol y triglicéridos (Pardo-S., 2004). Estos frutos contienen carotenoides (β -caroteno 7,15 µg/g de peso seco), cuyos extractos han mostrado poseer actividad antioxidante (do Nascimento y Pereira, 2011; Rincón *et al.*, 2011; Gonçalves *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2013). La acumulación de flavonoides en estos frutos ocurre principalmente en el epicarpio (Cardona-J. *et al.*, 2011).

A pesar de su alta producción en la selva peruana, su consumo es fundamentalmente casero, en productos elaborados, tales como: jugos, néctares, mermeladas, antipastos, ensala-

das, vinagretas y bebidas de exóticos nombres como “vodkokona”, “cocona-hula” y “coconagin” (González-Coral, 2007).

Un tercio de los alimentos producidos para el consumo humano se pierden o son desperdiciados globalmente en cantidades próximas a 1.300 millones de toneladas por año (Gustavsson *et al.*, 2011). El agua presente en estos es un factor que propicia el crecimiento microbiano y aparición de reacciones químicas no deseadas. La liofilización, como proceso de deshidratación de alimentos, además que permite obtener alimentos de excelente calidad, presenta muchas ventajas. Los productos liofilizados pueden ser almacenados por largos periodos, mantener una estructura porosa que permite una rápida rehidratación y ocasionar mínimas pérdidas de nutrientes por las bajas temperaturas utilizadas (Ibarz y Barbosa-Cánovas, 2003). Asimismo, los frutos deshidratados con humedades entre 3 % y 4 %, son utilizados en la industria de dulces, caramelos blandos, repostería, alimentos para niños, industria de saborizantes de alimentos, heladería, productos lácteos y bebidas, entre otros usos (Ceballos-Peñaloza, 2008).

La pulpa de cocona liofilizada no es muy conocida ni comercializada en nuestro país, y en tal sentido, el propósito de este trabajo fue liofilizar pulpa de cocona con miras a ofrecer algunos aspectos técnicos de un producto con potencial de comercialización y alternativa de nuevos usos en la industria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima y criterios de selección

Se adquirieron frutos de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) procedentes del Mercado Central de Frutas de Lima (Perú); en buen estado, con color característico amarillo-anaranjado, maduros, sin cortes ni rasgaduras (Fig. 1). Posteriormente fueron trasladados al Laboratorio de Análisis Químico del Centro Experimental Tecnológico de la Universidad Nacional del Callao (Callao, Perú).

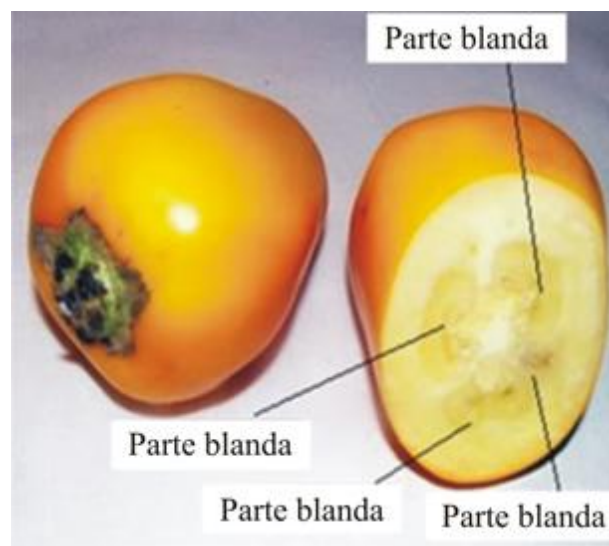


Figura 1.- Frutos de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal).

Pasos operacionales preliminares

Las pruebas experimentales, se llevaron a cabo durante los meses de verano con una temperatura ambiental entre 25 °C y 28 °C.

Los frutos fueron lavados manualmente con agua potable para separar el polvo, sumergidos en un balde de 20 litros con una solución de lejía al 5 % de hipoclorito de sodio a razón de 10 gotas en un litro de agua potable para su desinfección según lo recomendado por la Dirección General de Salud Ambiental, Perú (DIGESA, 2011). Luego se cortaron manualmente con cuchillo en rodajas transversales de 1 cm de espesor, las mismas fueron escaldadas por un tiempo de 2 a 3 minutos en un recipiente de aluminio conteniendo 0,5 litros de agua a temperatura de ebullición. Posteriormente las rodajas fueron peladas manualmente con cuchillo, despulpadas con un procesador de alimentos (marca Braun) durante 5 min y refinadas para separar la pulpa de las semillas y/o partes no comestibles utilizando un tamiz de calibre 1 mm. Se determinó el rendimiento en cada etapa del procedimiento indicado en función del prome-

dio de las corridas o repeticiones realizadas.

Para disminuir el tiempo de procesamiento en el liofilizador, la pulpa de cocona refinada fue sometida a evaporación al vacío a temperatura de baño de 60 °C, la cual fue la menor temperatura de evaporación de acuerdo al vacío producido por la bomba de succión, velocidad de giro del equipo en 5 y tiempo de concentración de 15 minutos, utilizando un equipo rotavapor BÜCHI, modelo RE-120 (BÜCHI Labortechnik AG, Suiza) acoplado a una bomba de vacío KNF (KNF Neuberger GmbH, Alemania) (presión -800 mbar), con lo que incrementó la concentración de sólidos solubles (la concentración inicial de la pulpa de cocona fue de 5,5 a 6,0 °Bx y la concentración final de 7,5 a 8,5 °Bx). Se realizaron pruebas preliminares para establecer diferencias entre la temperatura del baño y la temperatura de la pulpa dentro del balón contenedor con el propósito de seleccionar la mejor temperatura y el menor tiempo posible en esta operación.

Caracterización de la pulpa de cocona fresca

A la pulpa de cocona, siguiendo la metodología de la AOAC (1984), se le determinó su contenido de humedad (método 22.013), proteína (método 14.067), extracto etéreo (método 16.285), cenizas (método 22.027), carbohidratos incluido el contenido de fibra por diferencia, densidad (método 945.06), viscosidad (método 22.009), sólidos solubles mediante medición directa con un refractómetro (marca ATAGO), azúcares reductores (método 31.036), acidez titulable (método 22.058) y pH mediante medición directa con potenciómetro (marca HANNA).

Liofilización de la pulpa de cocona

La pulpa de cocona concentrada se colocó en bandejas de acero inoxidable en cantidad de 120 g en cada una y se congeló a

-20 °C durante 12 horas, condiciones que permiten obtener una apariencia opaca y rígida antes de la liofilización. Las bandejas con el producto congelado se acondicionaron en la cámara de liofilización del equipo y se liofilizaron por 24 horas a presión inferior a 200 µHg. El equipo utilizado fue un liofilizador marca Liotop®, modelo L101 (Liobras Comércio e Serviço de Liofilizadores, São Carlos, Brasil). Se elaboró una gráfica presión versus tiempo durante la liofilización. Una máquina selladora marca TEW (TEW Electric Heating Equipment Co., LTD, Taipei, Taiwán) fue utilizada para envasar en bolsas plásticas el producto liofilizado.

Análisis de la pulpa de cocona liofilizada y reconstituida

La pulpa de cocona liofilizada fue pulverizada en un molino marca Culatti (Culatti AG, Zürich, Suiza), para luego ser reconstituida adicionándosele agua en la misma cantidad que le fue extraída durante la liofilización, sometida a simple agitación. A la pulverizada se le determinó su solubilidad a temperatura ambiental (mediante el método Eastman y Moore, 1984 cp Ceballos-Peñaloza, 2008) y los contenidos de humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas y carbohidratos (incluida la fibra). A la reconstituida: azúcares reductores, acidez titulable y pH. En todos los casos, mediante la misma metodología que se empleó para la pulpa de cocona sin liofilizar.

Los valores procedentes de las evaluaciones en laboratorio fueron realizados por triplicado (salvo se indique lo contrario), expresando promedio y desviación estándar. Se utilizó el programa Microsoft® Office Excel, versión 2007 (Microsoft® Corporation, Redmond, WA, USA) para los cálculos y gráficas requeridos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la pulpa de cocona fresca

La pulpa de cocona fresca obtenida se presenta en la Fig. 2 y los resultados de la caracterización en el Cuadro 1.



Figura 2.- Pulpa de cocona.

La humedad de la pulpa de cocona fresca se encontró entre los valores de 88,50 % y 94,32 % publicados por Collazos-Ch. *et al.* (1996) y Yuyama *et al.* (2008), respectivamente. El contenido de proteínas se ubicó entre los valores de 0,033 % y 0,60 % publicados por Yuyama *et al.* (2008) y Gonzáles-Coral (2007), respectivamente. El porcentaje de extracto etéreo fue menor al valor determinado por Yuyama *et al.* (2008) de 0,6 % y al compilado en las tablas peruanas de composición de alimentos con 0,7 % (Collazos-Ch. *et al.*, 1996; Reyes-García *et al.*, 2009). La cantidad de cenizas se ubicó entre los valores de 0,34 % y 0,49 % determinados en muestras de 2 accesiones de cocona cosechadas en estado de madurez comestible (Torres-Flores, 2010). El contenido de carbohidratos estimado estuvo cercano al valor de 5,63 % documentado por Yuyama *et al.* (2008), considerando el contenido de fibra incluido en éste. Ha sido

Cuadro 1.- Características de la pulpa de cocona fresca.

Parámetros	Valores*
Humedad (%)	93,61 ± 0,40
Proteína (%)	0,59 ± 0,20
Extracto etéreo (%)	0,43 ± 0,10
Cenizas (%)	0,45 ± 0,05
Carbohidratos (%)**	4,92
Densidad a 28 °C (g/cm ³)	1,023 ± 0,002
Viscosidad a 28 °C (cP)	3,084 ± 0,020
Sólidos solubles (°Bx)	5,5 a 6,0
Azúcares reductores (g/100 mL de pulpa)	2,28 ± 0,37
Acidez titulable (% en peso de ácido cítrico)	1,31 ± 0,14
pH (a 24 °C)	3,68 ± 0,15

* Los valores son promedios de 3 repeticiones, a excepción de los sólidos solubles debido a numerosas mediciones en la concentración.

** Porcentaje de carbohidratos incluido el contenido de fibra cruda.

documentado por de Almeida y Pereira (2011) en pulpa de cocona sin semillas proveniente de Cajati (Brasil) valores de humedad 90,71 %; proteína 0,71 %; lípidos 1,89 %; cenizas 0,65 % y carbohidratos incluyendo fibra total 6,04 %. La densidad se encontró entre los valores de 1,004 y 1,04 indicados por Torres-Zegarra (1971). La viscosidad fue inferior a la de 6,2 cP dada por Torres-Zegarra (1971) atribuyéndole distintas consistencias según la procedencia. El contenido de sólidos solubles se encontró entre los 5 y 8 °Bx tabulados por da Silva-Filho (1998), siendo esta propiedad variable según el estado de madurez de los frutos. Los azúcares reductores determinados en este trabajo fueron menores a los tabulados por Torres-Flores (2010) para las 2 accesiones de cocona comentadas (0,79 y 0,41 %) y al estimado por Yuyama *et al.* (2008) (1,84 %). El cálculo de acidez titulable fue menor al valor de 3,05 % en pulpa documentado por Torres-Zegarra (1971). El pH medido fue cercano al mayor resultado obtenido por Torres-Flores (2010) para una de las accesiones de cocona (3,54).

Las diferencias y similitudes entre los valores, de manera independiente de posibles estados de madurez, pueden ser consecuencia de la variabilidad en tamaño, forma y sabor de los frutos de cocona; diferencias marcadas comúnmente reconocidas, que algunos autores las consideran suficientes para considerarlas especies distintas aunque otros autores difieren al respecto (Cardona *et al.*, 2011).

Rendimiento en los pasos operacionales preliminares

En el Cuadro 2 se presentan los rendimientos obtenidos en los pasos operacionales previos a la liofilización de la pulpa de cocona. Se aprecia que después del refinado el rendimiento fue de 60,25 % el cual fue mayor al rendimiento global del proceso de 48,5 % para estos frutos calculado por Hernández-G. y Barrera-G. (2004), debido a la diferencia de tamiz usado, el cual fue de menor

Cuadro 2.- Rendimientos obtenidos durante los pasos preliminares.*

Etapas	Rendimiento (%)
Selección (fruta fresca)	100
Después del escaldado	94,44 ± 2,34
Después del pelado	77,24 ± 3,01
Después del despulpado	70,72 ± 4,04
Después del refinado	60,25 ± 3,45

* Los valores son promedios de 24 repeticiones.

tamaño (0,4 mm) al empleado en esta investigación.

Durante el acondicionamiento de la pulpa de cocona se observó que la mayor pérdida, en masa, fue durante el pelado manual de los frutos, siendo recomendable utilizar otro procedimiento de pelado que permita disminuir la pérdida, como el uso del pelado químico con hidróxido de sodio al 10 % por 60 segundos seguido de un lavado y neutralizado en solución a pH 3,5 regulada con ácidos cítrico y ascórbico (Díaz-Correa y Cancino-Chávez, 2007).

Liofilización de la pulpa de cocona

La humedad de la pulpa de cocona en cada una de las etapas se muestra en el Cuadro 3. El balance de humedad indicado, muestra una significativa disminución al haberse retirado aproximadamente 90 % de agua entre el refinado de la pulpa y el liofilizado (sin pulverizar) o muestra recién extraída del equipo de liofilización. Después de la pulverización del liofilizado, se produjo una ligera hidratación hasta un valor cercano al 5 %, el cual fue mayor al 4 % máximo de humedad en frutas liofilizadas como mango, piña, banano y papaya que comercializa el Grupo Liopac-Omnigrado (2013) en Perú. Lo expresado, sugiere la necesidad de controlar o modificar la operación de molienda y envasado del liofilizado, debido a que el producto presentó comportamiento higroscópico.

Cuadro 3.- Humedad de la muestra de pulpa de cocona, por etapas.*

Etapas	Humedad (%)
Refinado	93,61 ± 0,40
Concentrado	90,80 ± 0,40
Liofilizado (sin pulverizar)	3,54 ± 0,20
Liofilizado (pulverizado)	5,14 ± 0,90

* Los valores son promedios de 3 repeticiones.

El comportamiento de la presión de vacío en el liofilizador con disminución durante la primera hora de operación del equipo y después de 2 horas de trabajo, donde se mantuvo casi constante, se presenta en la Fig. 3.

La pulpa liofilizada, obtenida en bandejas, se muestra en la Fig. 4.

Análisis de la pulpa de cocona liofilizada y de la reconstituida

La pulpa de cocona liofilizada, pulverizada y envasada se muestra en la Fig. 5. Los resultados de la caracterización de ésta y de la reconstituida, se presentan en el Cuadro 4.

El valor de proteína obtenido en la pulpa de cocona liofilizada y pulverizada fue ligeramente superior al indicado por Gonçalves *et al.* (2013) de 7,0 % y el de extracto etéreo menor al también indicado por estos autores de 7,6 % en polvo de cocona liofilizado adquirido comercialmente en Brasil para el desarrollo de pruebas experimentales. También indican para carbohidratos 61,7 % y fibra dietética 17,2 %. Presentó un valor de humedad menor al de guanábana (*Annona muricata* L.) liofilizada en polvo obtenido por Ceballos-Peñaloza (2008) (8,68 %) y de solubilidad en agua similar

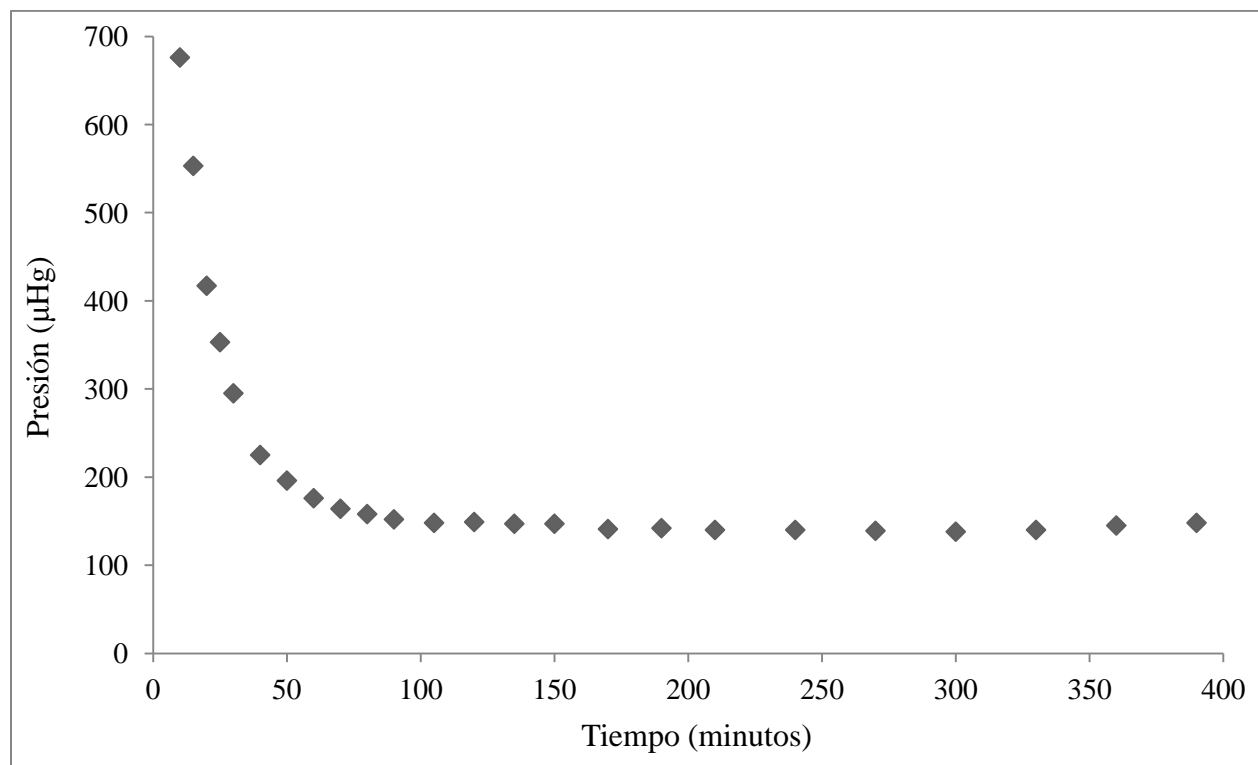


Figura 3.- Presión de vacío con respecto al tiempo durante la liofilización.



Figura 4.- Pulpa de cocona liofilizada, en las bandejas.



Figura 5.- Pulpa de cocona liofilizada, pulverizada y envasada.

Cuadro 4.- Características de la pulpa de cocona liofilizada (pulverizada) y de la reconstituida.

Parámetros	Valores*
Pulpa liofilizada pulverizada	
Humedad (%)	5,14 ± 0,90
Proteína (%)	7,55 ± 0,50
Extracto etéreo (%)	4,64 ± 0,40
Cenizas (%)	7,56 ± 0,45
Carbohidratos (%)**	75,11
Solubilidad (% a 22 °C)	84,33 ± 1,07
Pulpa liofilizada reconstituida***	
Azúcares reductores (g/100 mL de pulpa)	1,46 ± 0,12
Acidez titulable (% en peso de ácido cítrico)	1,58 ± 0,05
pH (a 20,2 °C)	3,29 ± 0,02

* Los valores son promedios de 3 repeticiones.

** Porcentaje de carbohidratos incluido el contenido de fibra cruda.

*** Mediciones realizadas a la pulpa reconstituida con la misma cantidad de agua eliminada durante todo el proceso.

(85,75 %). Estos autores señalan, que entre los factores que impiden una mayor solubilidad se encuentran los relacionados a un mayor contenido de fibra no soluble y menor grado de superficies amorfas, dado que los sólidos amorfos tienen una mayor solubilidad y velocidad de disolución.

Con respecto a la pulpa original (fresca), en la reconstituida hubo disminución del contenido de azúcares reductores, el pH e incremento de la acidez titulable. Dependiendo de los distintos métodos de deshidratación, un material fresco puede presentar diferentes variaciones en sus valores una vez deshidratado. Henriques *et al.* (2012) evaluaron las propiedades químicas de muestras de zapallo o auyama (*Cucurbita maxima*) mediante secado en cámara, en túnel y liofilización; observando pérdidas en los contenidos de azúcares reductores con respecto a la muestra original (fresca). La menor pérdida se presentó en el producto liofilizado, que mantuvo 10,99 % del 19,47 % en la muestra fresca. Kramer *et al.* (1988) no encontraron pérdidas en azúcares reductores al comparar el jugo de naranja original con un polvo obtenido bajo condiciones óptimas de liofilización que fue rehidratado. Vikram-Simha *et al.* (2012), en jugo de granada (*Punica granatum* L.) que fue liofilizado y luego reconstituido, apreciaron disminución del valor de pH en el jugo reconstituido, atribuido al incremento de la acidez titulable.

Las operaciones previas a la deshidratación, tienen marcada influencia sobre las características y la composición del producto finalmente rehidratado (Marín-B. *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

- La pulpa de cocona fresca presentó valores porcentuales de humedad 93,61; proteína 0,59; extracto etéreo 0,43; cenizas 0,45 y carbohidratos 4,92.
- La pulpa de cocona liofilizada presentó comportamiento higroscópico y valores porcentuales de humedad 5,14; proteína 7,55; extracto etéreo 4,64; cenizas 7,56 y carbohidratos 75,11. La solubilidad en agua fue de 84,33 %.
- Con respecto a la pulpa original (fresca), en la reconstituida hubo disminución del contenido de azúcares reductores, el pH e incremento de la acidez titulable.
- Realizar una optimización del proceso de liofilización variando condiciones en la congelación, sublimación, desorción, y ensayos de estimación del tiempo de vida útil de la pulpa de cocona liofilizada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional del Callao (Perú), por el financiamiento brindado; Msc. Carlos A. Ancieta Dextre, Msc. José A. Natividad Arroyo e Ing. Ana R. Mercado del Pino, por sus sugerencias en la investigación; Técnico en Análisis Químico Lady S. Castillo Pinedo y Bach. Ingeniería de Alimentos Cynthia G. Masgo Acha por su importante colaboración durante la parte experimental de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anteparra, Miguel E.; Vargas, Kelly y Granados, Lida B. 2010. Primer registro para el Perú del perforador del fruto de cocona *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae). Aporte Santiaguino. 3(2):171-176.
- AOAC. 1984. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. (14ta. ed.). Washington, USA.
- Cardona, J.; Barrera, J.; Hernández, M.S. y Cuca, L.E. 2011. Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). En Estudios

- ecofisiológicos en la Amazonia colombiana 2. Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). (pp. 13-24). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá, Colombia: Digiprint Editores E.U.
- Cardona-J., Juliana E.C.; Cuca-S., Luis E. y Barrera-G., Jaime A. 2011. Determinación de algunos metabolitos secundarios en tres morfotipos de cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). Revista Colombiana de Química. 40(2):185-200.
- Ceballos-Peñalosa, Adela María. 2008. Estudio comparativo de tres sistemas de secado para la producción de un polvo deshidratado de fruta. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales, Colombia.
- Collazos-Ch., Carlos; Alvistur-J., Enrique; Vásquez-G., Juan; Quiroz-M., Alfonso; Herrera-A., Niza; Robles-G., Nancy; Arias-V., Marta; Viñas-T., Eduardo *et al.* 1996. Tablas peruanas de composición de alimentos. (7ma. ed.). Lima, Perú: Ministerio de Salud - Instituto Nacional de Salud - Centro Nacional de Alimentación y Nutrición.
- da Silva-Filho, Danilo Fernandes. 1998. Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal): cultivo y utilización. Caracas, Venezuela: Tratado de Cooperación Amazónica-Secretaría Pro-Tempore.
- da Silva-Filho, Danilo Fernandes; Yuyama, Lucia Kiyoko Ozaki; Aguiar, Jaime Paiva Lopes; Oliveira, Maslova Carmo e Martins, Lúcia Helena Pinheiro. 2005. Caracterização e avaliação do potencial agrônomico e nutricional de etnoviedades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da Amazônia. Acta Amazonica. 35(4):399-406.
- de Almeida, Sylvia Regina Oguchi e Pereira, Isabela Rosier Olimpio. 2011. Estudo da composição de macro e micro nutrientes do fruto cubiu (*Solanum sessiliflorum*). In Anais do VII Jornada de Iniciação Científica. I Mostra de Iniciação em Tecnologia e Inovação. 13-15 setembro. (19 p.). Coordenadoria de Pesquisa, Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, Brasil.
- de Andrade-Júnior, Moacir Couto and Andrade, Jeruza Souza. 2012. Physicochemical changes in cubiu fruits (*Solanum sessiliflorum* Dunal) at different ripening stages. Ciência e Tecnologia de Alimentos (Brazil). 32(2):250-254.
- Díaz-Correa, Jennifer y Cancino-Chávez, Keidy. 2007. Estudio de la cinética de degradación térmica de textura y su aplicación en el tratamiento térmico de cocona (*Solanum Sessiliflorum* Dunal) en almíbar. Revista Ingeniería UC. 14(3):57-67.
- DIGESA. 2011. Dirección General de Salud Ambiental, del Ministerio de Salud, Perú. Recomendaciones para prevenir intoxicaciones alimentarias. <http://www.digesa.sld.pe/noticias/Julio2011/nota107.asp>
- do Nascimento, Gildázio Sousa e Pereira, Isabela Rosier Olimpio. 2011. Avaliação da atividade antioxidante das partes da fruta cubiu (*Solanum sessiliflorum*). In Anais do VII Jornada de Iniciação Científica. I Mostra de Iniciação em Tecnologia e Inovação. 13-15 setembro. (13 p.). Coordenadoria de Pesquisa, Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, Brasil.
- Gonçalves, Karla Mara; Soldati, Pedro Paulo; da Silva, Annelisa Farah; Venâncio, Rodrigo Prota; Chaves, Maria das Graças Afonso Miranda and Raposo, Nádia Rezende Barbosa. 2013. Biological activities of *Solanum sessiliflorum* Dunal. Bioscience Journal. 29(4):1028-1037.
- Gonzales-Coral, Agustín. 2007. Frutales nativos amazónicos. Patrimonio

- alimenticio de la humanidad. Iquitos, Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CD/documentos/Frutales_Libro.pdf
- Grupo Liopac-Omniagro. 2013. Frutas liofilizadas. <http://www.liopacgroup.com/es/frutas/frutas-liofilizadas>
- Gustavsson, Jenny; Cederberg, Christel; Sonesson, Ulf; van Otterdijk, Robert and Meybeck, Alexandre. 2011. Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention. Rome. Italy: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf>
- Henriques, Francisca; Guiné, Raquel and Barroca, Maria João. 2012. Chemical properties of pumpkin dried by different methods. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*. 7(1-2):98-105.
- Hernández-G., María Soledad y Barrera-G., Jaime Alberto. 2004. Bases técnicas para el aprovechamiento agroindustrial de especies nativas de la amazonia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá D. C., Colombia: Editora Guadalupe Ltda.
- Ibarz, Albert and Barbosa-Cánovas, Gustavo V. 2003. Unit operations in food engineering. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, LLC.
- Kramer, G.N.; De Angelis, L.; Pauwels, J.; Ooghe, W. and Belliaro, J.J. 1988. The freeze-drying of orange juice for the preparation of reference materials. *Fresenius Zeitschrift für Analytische Chemie*. 332(6):694-697.
- Marín-B., Eduardo; Lemus-M., Roberto; Flores-M., Verónica y Vega-G., Antonio. 2006. La rehidratación de alimentos deshidratados. *Revista Chilena de Nutrición*. 3(33):527-538.
- Marx, Friedhelm; Andrade, Eloisa Helena A. and Maia, José Guilherme. 1998. Chemical composition of the fruit of *Solanum sessiliflorum*. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*. 206(5):364-366.
- Pardo-S. María A. 2004. Efecto de *Solanum sessiliflorum* Dunal sobre el metabolismo lipídico y de la glucosa. *Ciencia e Investigación (Perú)*. 7(2):43-48.
- Reyes-García, María; Gómez-Sánchez Prieto, Iván; Espinoza-Barrientos, Cecilia; Bravo-Rebatta, Fernando y Ganoza-Morón, Lizette. 2009. Tablas peruanas de composición de alimentos. (8va. ed.). Lima: Ministerio de Salud - Instituto Nacional de Salud. 64 p. http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/5/jer/tab_cien_cenan/Tabla%20de%20Alimentos.pdf
- Rincón, Alicia M.; González, Datzubi; Bou-Rached, Lizet; Emaldi, Unai y Padilla, Fanny C. 2011. Actividad antioxidante y contenido de polifenoles en frutos de túpico (*Solanum sessiliflorum* Dunal) provenientes del Amazonas venezolano. *Revista de la Facultad de Farmacia (UCV)*. 74(1):41-45.
- Rodrigues, Eliseu; Mariutti, Lilian R.B. and Mercadante, Adriana Z. 2013. Carotenoids and phenolic compounds from *Solanum sessiliflorum*, an unexploited Amazonian fruit, and their scavenging capacities against reactive oxygen and nitrogen species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61(12):3022-3029.
- Torres-Flores, Verónica Irene. 2010. Determinación del potencial nutritivo y funcional de guayaba (*Psidium guajava* L.), cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) y camu camu (*Myrciaria dubia* Vaugh). Tesis. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Torres-Zegarra, E. 1971. Ensayos de secado por rociada del jugo de cocona. Tesis.

Programa Académico de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria la Molina, Perú.

Vikram-Simha, H.V.; Sharanakumar, H; Udaykumar Nidoni; Ramachandra, C.T.; Tamil-Vendan, K. and Prakash, K.V. 2012. Comparative studies on spray-drying and freeze-drying of pomegranate (*Punica granatum* L.) juice fermented with *L. acidophilus*. International Journal of Food and Nutritional Sciences. 1(1):118-127.

Yuyama, Lúcia K.O.; Macedo, Sonja H.M.;

Aguiar, Jaime P.L.; Filho, Danilo S.; Yuyama, Kaoru; Fávoro, Déborah I.T. e Vasconcellos, Marina B.A. 2007. Quantificação de macro e micro nutrientes em algumas etnovariedades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). Acta Amazonica. 37(3):425-430.

Yuyama, Lucia Kiyoko Ozaki; Pantoja, Lílian; Maeda, Roberto Nobuyuki; Aguiar, Jaime Paiva Lopes e da Silva, Socorro Barreto. 2008. Desenvolvimento e aceitabilidade de geléia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). Ciência e Tecnologia de Alimentos (Brasil). 28(4):929-934.