

SISTEMAS DE SECADO DEL ALMIDÓN DE YUCA PARA USO HUMANO EN UNA COMUNIDAD DE ECUADOR

EVALUATION OF TWO SYSTEMS FOR DRYING YUCCA STARCH FOR HUMAN COMSUMPTION IN A RURAL ECUADORIAN COMUNITY

Flor María Cárdenas Guillén¹, Eliana Monserrate Pinargote Zambrano², Verónica Isabel Moreno Carranza², Carlos Fabián Salavarría Barahona², Lorena Carreño Mendoza³

¹Carrera Medio Ambiente, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, km 2.7, La Pastora.

²Programa de Semillero de investigadores Carrera de Medio Ambiente- ESPAM-MFL.

³Carrera de Turismo, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, km 2.7, La Pastora.

Contacto: fm.cardenas@yahoo.com

RESUMEN

El estudio tuvo por objetivo evaluar dos tipos de sistemas de secado de almidón de yuca (el secado tradicional al ambiente, sobre piso de cemento recubierto con polietileno negro de calibre número 6, y el eco tecnológico con armazón de madera, placa metálica y cubierta de vidrio). El trabajo se ejecutó en la comunidad de San Pablo de Tarugo, Chone-Manabí. Se construyó el secador solar y se lo adaptó a las condiciones de la zona. Para la medición del porcentaje de humedad del almidón, al ingreso y salida de ambos sistemas, se empleó el método convencional No. 925.09 AOAC. Se observó que el contenido de humedad inicial del almidón fluctúa entre 42,6% y 44,9%. Con el sistema de secado solar ecotecnológico, se registró temperaturas promedios de 31°C y 60°C, en la mañana y tarde, respectivamente. Igualmente, mediante el mismo sistema, se obtuvo el menor porcentaje de humedad de salida equivalente a 11,7%. Por lo tanto, el secador solar ecotecnológico es una opción viable en el secado del almidón de yuca, a pesar de las variaciones diarias del estado del tiempo.

Palabras clave: Secador solar, almidón, contenido de humedad, tiempo de secado

ABSTRACT

This study attempted to evaluate two systems for drying yucca starch (traditional sun drying on concrete floor coated with black polyethylene gauge 6, and an ecofriendly method consisting of a wooden structure with metal plates and glass cover). The research was carried out in San Pablo de Tarugo, Chone. A solar dryer was built and adapted to the natural conditions of the area. The conventional method (No. 925.09 AOAC) was employed in order to measure moisture content in the starch at the entry and exit points of both drying systems. We found that the initial moisture content of the starch ranged from 42,6% to 44,9%. Average temperatures reaching 31°C and 60 °C were recorded with the ecofriendly solar drying system, in the morning and afternoon, respectively. Similarly, the least moisture content (11,7%) was obtained with the ecofriendly system. We concluded that the ecofriendly solar dryer is a feasible alternative for drying yucca starch in spite of daily weather variations.

Keywords: Solar dryer, starch, moisture content, drying duration.



Recibido: 17 de octubre del 2014
Aceptado: 06 de mayo del 2015
ESPAMCIENCIA 6(1): 31-35/2015

INTRODUCCIÓN

Las estrategias productivas orientadas a prevenir la contaminación se centran en la revisión y modificación de los procesos industriales, con la finalidad de eliminar todas las salidas que no sean producto terminado o material reciclable. Respecto al sector agroindustrial del almidón, anualmente en el mundo se extraen unos 60 millones de toneladas (t), de una gran variedad de cultivos (cereales, raíces y tubérculos) para uso, en una amplia gama de productos. Un 10% de ese almidón se produce con las raíces de la yuca (*Manihot esculenta*, Crantz), la cual es muy competitiva por contener más almidón por peso seco que cualquier otro cultivo alimentario y porque su almidón es fácil de obtener con tecnologías simples (Torres *et al.*, 2010).

La yuca es una especie de la familia Euphorbiaceae. La producción total de esta raíz en el mundo era de unos 159 millones de toneladas en 1998 y creció alrededor de 173 millones de toneladas en el año 2000 (Ademiluyi *et al.*, 2010, Andrade *et al.*, 2014).

En Ecuador, en el 2005 se cultivaron 25 129 hectáreas (ha) de yuca, con una producción de 123 224 t y un rendimiento promedio de 4,9 t/ha. Constituye un alimento de seguridad y soberanía alimentaria, consumida en fresco o sometida a un proceso agroindustrial artesanal para la obtención del almidón. Su raíz es usada para el consumo humano, animal e industrial, pero por su alta perecibilidad es necesario procesarla, y su almidón es el producto derivado de mayor demanda, evidenciándose que de las 365 ralladoras que existen en el Ecuador, 333 se encuentran en la provincia de Manabí, donde se producen 27 691 t de almidón (CONCOPE, 2008; INIAP, 2005, 2008, 2009). Asimismo, en los años noventa, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) introdujo materiales de yuca procedentes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT-Colombia), con el propósito de mejorar el rendimiento y la calidad de la yuca para los procesos de transformación agroindustrial (SIGAGRO, 2008; Cruz *et al.*, 2010).

El almidón de yuca se considera de gran valor para la industria alimentaria, pero tiene algunas limitaciones, como su insolubilidad en agua fría, estabilidad a la congelación-descongelación y sinéresis, que en algunos casos afecta en su comercialización, el precio de este se reduce, lo cual afecta la economía de las familias dedicadas a estas labores productivas (Vargas *et al.*, 2006; Colman *et al.*, 2014).

El procesamiento del almidón pasa por varias etapas para su posterior comercialización, una de ellas es el se-

cado hasta obtener un porcentaje de humedad ideal para su conservación. De acuerdo a Vargas *et al.* (2006), si el producto a comercializar no cuenta con la humedad establecida como ideal, el precio de este se reduce, lo cual afecta la economía de las familias dedicadas a estas labores productivas.

Según Cruz *et al.* (2010), en la provincia de Manabí, el secado tradicional de almidón, se hace sobre polietileno negro de espesor número 6, debido a que este color capta mayor radiación solar y facilita el secado rápido del producto, el cual se extiende en capas que tengan una densidad de 1-2 kg/m², el producto debe ser recogido cuando su contenido de humedad esté entre el 12 y 14%.

El secado solar, ofrece una alternativa ecológica para un gran número de producciones agrícolas, como instalación general o participante dentro de ella (Vargas *et al.*, 2006). El almidón de yuca por lo general se seca por medios mecánicos o naturalmente en el sol (Perera, 2009). De acuerdo a Costales (2010), el secado solar puede ser una alternativa ecológica para un gran número de producciones agrícolas.

La investigación tuvo por objetivo evaluar dos tipos de sistemas de secado de almidón de yuca, el tradicional (secado al ambiente, sobre piso de cemento recubierto con polietileno negro de calibre número 6) y eco tecnológico (armazón de madera, placa metálica y cubierta de vidrio).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la comunidad de San Pablo de Tarugo de la parroquia Canuto, cantón Chone, provincia de Manabí, situada geográficamente en las coordenadas 0°60'51,08" Latitud Sur 99°1'37,54" Longitud Oeste y una altitud de 40 msnm.

Procedimiento experimental

Se diseñó y construyó el secador solar a base de ecotecnología (armazón de madera, placa metálica y cubierta de vidrio); mientras que el secado tradicional consistió en el uso de una base de cemento cubierta de plástico, zinc, madera, entre otros. Para la evaluación de la eficiencia de los dos sistemas de secado, se prepararon muestras de almidón de yuca de la variedad INIAP Portoviejo 650. El procesamiento abarcó las fases de pelado, lavado, rallado, colado y sedimentado para la extracción del almidón; este producto en estado húmedo fue empaquetado en un saco de nylon.

Se dejó al aire libre con temperatura de ambiente en el rango de 26,4 a 27,1°C y humedad relativa sobre el 80%.

El proceso de secado se lo realizó durante ocho horas/día, para cada muestra distinta de almidón. Ambos sistemas de secado se evaluaron en cinco días consecutivos, empleando kg/m² de almidón húmedo/día, de acuerdo a recomendación del INIAP (Hinostroza *et al.*, 1995; INIAP, 2005). El volteado del almidón en los dos tipos de secado se efectuó manualmente, cada dos horas.

Para la medición del porcentaje de humedad del producto al ingreso y salida de ambos sistemas, se empleó el método convencional No. 925.09 AOAC (2005) citado por García *et al.* (2012). De acuerdo a este método se empleó una estufa con circulación forzada de aire, a presión atmosférica, cápsulas de porcelana, necesaria para evitar la formación de costra superficial que dificulte la evaporación de agua en algunos alimentos (productos cárnicos, pescado, queso, entre otros). Las cápsulas perfectamente limpias se secaron en estufa a 103°C, durante dos horas. Después de este tiempo se enfrió en desecador hasta temperatura ambiente y se pesó en balanza analítica de sensibilidad 0,1 mg; para el efecto se colocó 100 gramos de muestra de almidón, de cada sistema de secado, en una cápsula, las cuales se introdujeron a la estufa a 60°C durante 24 horas; transcurrido este tiempo se sacaron las cápsulas y se las dejó reposar por 30 minutos en el desecador y luego se procedió a pesar. Se calculó el contenido de humedad por diferencia de peso como lo indica la ecuación 1.

$$\%H = H_n - H_s \quad (1)$$

Donde %H es el porcentaje de humedad, H_n es la humedad de entrada y H_s es la humedad de salida.

En la comparación de los dos sistemas de secado se tomó como estimador la media aritmética, la misma que se calculó de las cinco muestras en cada variante de secado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diseño del secador solar para almidón de yuca a base de ecotecnología

Se diseñó y construyó un prototipo de secador solar ecotecnológico utilizando materiales accesibles para los beneficiarios, elaborado a base de un armazón de madera, formado de dos placas metálicas (1,10 m de largo y 1,10 m de ancho), una placa de vidrio (1,00 m largo; 1,00 m de ancho y 0,005 m de alto). El secador tiene forma cuadrada con una superficie de 1,10 m²; contó con una superficie a base de polietileno cristalino con cámaras de 1 m², y un aislante compuesto de cáscara de yuca, cáscara de cacao y cascarilla de arroz; adicionalmente tiene dos ventiladores para la recirculación del aire caliente con dos chimeneas (Foto 1).

Cárdenas *et al.*...

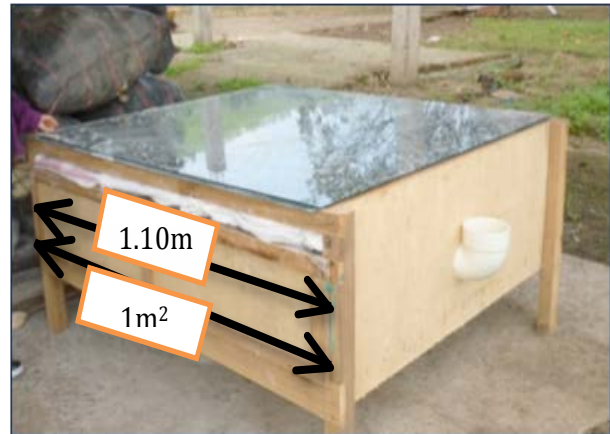


Foto 1. Secador ecotecnológico construido para el estudio

La utilidad del prototipo de secador solar ecotecnológico fue evaluada en las condiciones de los productores-procesadores de yuca. Se observó que este proceso despertó el interés en el grupo humano que manifestaron que podría ser una solución para la época lluviosa.

Las condiciones climáticas de la zona durante la investigación se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Condiciones climáticas de la zona en el periodo de estudio

Días	Humedad Relativa (%)	Temp. Prom. (°C)	Evaporación (mm)	Precip. (mm)	Heliofanía (horas luz)
día 1	84	26,4	1,2	3,1	3,3
día 2	82	27,0	3,5	0,0	3,5
día 3	81	27,1	5,4	0,0	7,1
día 4	83	27,0	3,1	0,3	0,7
día 5	81	26,9	3,6	0,0	7,4
Promedio	82,2	26,88	3,36		
Totales				3,4	22h/s

Fuente: Estación Meteorológica. ESPAM MFL. Mayo, 2014

Temperatura de secado

El cuadro 2 muestra los valores de temperatura del secador solar de los cinco días de evaluación. En términos generales la temperatura se incrementa con las horas del día; a las 8:40 h el promedio de temperatura es de 32,8°C y a las 15:40 h asciende a los 60°C, esto sin considerar los valores registrados el día cuatro que estuvieron diferenciados por la alta nubosidad durante el día.

Cuadro 2. Temperatura del secador solar para el almidón de yuca durante cinco días

Temperatura (°C)					
Hora	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
08H40	30,4	30,5	34,8	28,7	35,3
09H40	30,9	30,7	32,2	28,7	37,1
10H40	32,0	33,3	33,5	30,1	40,8
11H40	43,5	42,2	47,7	31,1	46,2
12H40	49,2	50,4	50,0	31,7	51,0
13H40	55,6	56,1	57,5	31,6	57,7
14H40	58,4	58,7	60,0	30,8	59,9
15H40	60,0	60,0	60,0	27,2	60,0

Porcentaje de humedad del almidón

Se obtuvo que el contenido de humedad inicial del almidón de yuca fluctúa entre 42,6 y 44,9%. Los valores alcanzados al final del proceso, para los dos tipos de secado, muestran la variación diaria del contenido de humedad del almidón, lo cual se ve influenciado por la temperatura y horas de sol. El secado solar ecotecnológico sobresale al presentar menor porcentaje de humedad del almidón (Cuadro 3), inclusive en el cuarto día de evaluación donde se registró apenas 0,7 horas de sol (Cuadro 1). En el sistema de secado tradicional, el almidón mantuvo los mayores porcentajes de humedad, posiblemente la alta humedad relativa de la zona (82,2%) influyó en esta retención de humedad. Según el CIAT (2002) la humedad relativa del ambiente debe ser inferior al 65% para que haya un secado óptimo mediante el sistema de secado tradicional. Asimismo, se evidencia que el promedio de porcentaje de humedad del almidón procedente del secado solar ecotecnológico fue inferior al rango de humedad recomendado por el CIAT (2002); Hinostrroza *et al.* (1995) e INIAP (2005, 2008), que está entre el 12 y 14%.

Cuadro 3. Porcentaje de humedad del almidón de yuca en los diferentes sistemas de secado

Día	Humedad inicial (%)	Secador ecotecnológico (%)	Secado tradicional (%)
1	42,6	8,2	17,9
2	42,7	9,7	18,6
3	43,1	7,7	14,5
4	43,9	24,5	33,7
5	44,9	8,2	15,1
Promedio	43,44	11,66	19,96

En el sistema ecotecnológico, el almidón de yuca registró una humedad promedio de 11,66% mientras que en el secador tradicional fue de 19,96%. La mayor eficiencia la tiene el secador solar, que registra una disminución del 73% respecto a la humedad inicial, lo cual coincide con lo reportado por Anyanwu *et al.* (2012).

Socialización de los resultados

Los resultados de la investigación fueron socializados con los productores y procesadores de almidón de yuca, dándoles a conocer una alternativa factible para obtener un mejor proceso del producto, por cuanto es la actividad principal que sustenta la economía de la comunidad San Pablo de Tarugo. Se entregó el prototipo a la comunidad para que continúen validando su eficiencia en la práctica diaria.

Para Hinostrroza *et al.* (1885) e INIAP (2005) el secador tradicional sólo es posible en época seca y se necesitó de ocho horas diarias para alcanzar el óptimo de humedad en el almidón. En cambio, con el secador solar ecotecnológico se aprovecha la energía solar en las épocas seca y lluviosa, en un lapso que podría ser menor a las ocho horas, basado en los porcentajes de humedad del producto menores a 12% que se alcanzó en el presente estudio.

CONCLUSIONES

El prototipo de secador solar se diseñó utilizando materiales accesibles a la zona, su uso y utilidad despertó el interés en los productores-procesadores de almidón de yuca como una alternativa de solución para la época lluviosa.

El secado solar controlado sobresale con menor porcentaje de humedad del almidón, a pesar de las variaciones diarias del estado del tiempo.

LITERATURA CITADA

- Ademiluyi F. T; Abowei M. F. N; Puyate Y. T. y Achinewhu, S. C. 2010. Effects of drying parameters on heat transfer during drying of fermented ground cassava in a rotary dryer. *Drying technology: An international journal*. 28(4):550-561
- Andrade, M. M; Soltovski, C. Denck, T; Gomes da Costa, F. y Schnitzler, E. 2014. Effects of heat-moisture treatment on organic cassava starch. *Thermal, rheological and structural study*. 115:2115-2122
- Anyanwu, C. N; Oparaku, O. U; Onyegegbu, S. O; Egbuwatu, U; Edem, K. Egbuka, P. N. Nwosu y Sharma, V. K. 2012. Experimental investigation of a photovoltaic - powered solar cassava dryer. *Drying Technology: An international journal*. 30(4):398-403
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2002. La yuca en el Tercer Milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT N° 327. Cali. Colombia
- Colman, T. A; Demiate, I. y Schnitzler, E. 2014. The effect of microwave radiation on some thermal, rheological and structural properties of cassava starch. *J. Therm anal calorim*. 115:2245-2252
- CONCOPE (Consortio de Consejos Provinciales de Ecuador). 2008. Cultivo de yuca. (En línea). EC. Consultado el 3 de marzo. 2013. Disponible www.concope.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo_Agro/.../Cultivos../MYuca/Manual_%20yuca.htm - 210k
- Costales, R. 2010. Aplicación de la energía renovable en el secado. Estado del arte y su potencial en las producciones agrícolas. La Habana-CU. ICIDCA. 44:47-53
- Cruz, E; Cárdenas, F.M, Cobeña, G. 2010. Investigación de alternativas de mercado de yuca y camote para los/as pequeños/as productores/as de Manabí-Ecuador. INIAP-SENACYT. Portoviejo, Ecuador. Publicación Miscelanea No. 161. p. 87.
- García C.M; Dussán, S; Gutierrez, N. 2012. Uso de horno microondas en la determinación de contenido de humedad: yuca, ñame y plátano. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. 10(1):60-66
- Hinostroza, F; Cárdenas, F; Cobeña, G; Álvarez, H. E. 1995. Manual de la yuca. Manual N. 29 E.E. Portoviejo, Prog. Raíces y Tubérculos, INIAP. Quito, Ecuador. p. 62
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2005. Estudio de sistematización de la información en el cultivo de la yuca. Documento de circulación interna
- _____. 2008. Tecnologías disponibles para arroz, maíz, maní, caupí y yuca. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Técnico No. 132. Manabí, Ecuador. p. 34-39
- _____. 2009. Análisis de los capitales disponibles en las comunidades productoras de camote y yuca en Manabí-Ecuador. Consultoría realizada por la Ing. Elena Cruz. Manabí, Ecuador. p. 118
- Perera, C. O. 2009. Removal of cyanogenic glycoside from cassava during controlled drying. *Drying technology: An international journal*. 28(1):68-72
- SIGAGRO (Sistema de Información del Agro). 2008. Estimaciones de la superficie y producción de yuca por provincia del año 2005. Quito-Ecuador.
- Torres, P; Pérez, A; Marmolejo, L; Ordoñez, J y Garcias, R. 2010. Una mirada a la agroindustria de extracción de almidón de yuca, desde la estandarización de procesos. *Revista EIA*. (14):23-38
- Vargas, P; Araya, Y; López, R; Bonilla, A. Torres, P; Pérez, A.; Marmolejo, L.; Ordóñez, J. y García, R. 2006. Características de calidad y digestibilidad in vitro del almidón agrario de yuca (*Manihot esculenta*) producido en Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca-San José, CR. *RVCTA (Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos)*. 3(1):001-013