

ARTÍCULO ORIGINAL

Evaluación económica de la aplicación de los procesos tecnológicos de deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la piña (*Ananas Comosus*) variedad *Cayena lisa*

Evaluation through economic indicators the use of Osmotic and Hot air flow dehydration methods in pineapple (Ananas Comosus), Cayena Lisa variety

Annia García Pereira¹, Sahylin Muñiz Becerá², Antihus Hernández Gómez¹, Lázaro Mario González³
y Daybelis Fernández Valdés³

RESUMEN. La aplicación de métodos de conservación se reconoce como una variante efectiva para incrementar el aprovechamiento y mejor utilización de las producciones agrícolas. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar a través de indicadores económicos la aplicación de la deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña (*Ananas Comosus*, variedad Cayena lisa). Durante el análisis se utiliza la metodología propuesta en la NC 34-38:2001 con algunas modificaciones. Para el procesamiento de los datos se utiliza la herramienta Excel de Microsoft office 7. Como resultado se obtuvo que los gastos totales del proceso ascienden a un monto de 49.07 pesos para la DO y 15.03 pesos para la DAC para procesar 550 g en cada proceso.

Palabras clave: procesos tecnológicos, indicadores económicos en la deshidratación.

ABSTRACT. The application of conservation methods is renowned as an effective way for increasing the utilization in the agricultural productions. The objective of this research work is to evaluate through economic indicators the use of Osmotic (DO) and Hot air flow (DAC) dehydration methods in pineapple (*Ananas Comosus*, Cayena Lisa variety). During this analysis was used the methodology proposed by the NC 34-38:2001 standard with some modifications, while all data processing was developed using tools of Microsoft Office 7. As principal result was obtained that to the coste to produce 550 g were 49.07 and 15.03 pesos for DO and DAC, respectively.

INTRODUCCIÓN

Las frutas y las hortalizas incluidas las más perecederas se pierden por diferentes razones durante la etapa poscosecha, éstas pérdidas ascienden a más del 20-40% en las regiones tropicales y subtropicales debido a que las condiciones climatológicas aceleran los procesos de maduración que conllevan al deterioro temprano de una gran cantidad de variedades de frutas, (FAO, 2010).

Partiendo de lo anterior Yirat *et al.* (2009), evaluaron la calidad de la guayaba, variedad enana roja EEA-1-23, durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

En el sector agroindustrial actual se emplean diversos tipos de procesos tecnológicos de conservación donde entre los más utilizados se encuentran los procesos de deshidra-

Recibido 25/11/11, aprobado 28/01/13, trabajo 17/13, artículo original.

¹ Dr.C. Prof. Titular, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Grupo de Investigación de Calidad de los Productos Agrícolas (GICPA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, E-✉: annia@isch.edu.cu

² M.Sc., Instructor, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Grupo de Investigación de Calidad de los Productos Agrícolas (GICPA).

³ Ing., Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Grupo de Investigación de Calidad de los Productos Agrícolas (GICPA).

tación que resultan ser una técnica efectiva posibilitando la obtención de un producto con cierto parecido al mismo en estado fresco. Además, mediante su empleo se logra extender el tiempo de permanencia de la fruta en el mercado lo que facilita un mayor aprovechamiento de las producciones principalmente durante la etapa poscosecha (Buestán y Cornejo, 2005; Douglas, 2006).

Para el caso específico de las frutas, los métodos de conservación más recomendados son: el método de Deshidratación Osmótica (DO) y el método de Deshidratación por Flujo de Aire Caliente (DAC), mediante los cuales se obtienen productos de buena calidad y aceptación, lográndose alcanzar períodos de conservación de hasta un año de duración, siguiendo esta línea varios autores obtuvieron resultados, tales son los casos de Aponte y Ayala, (2001) en mango; Barat *et al.* (2001) en manzana; Nowakunda y Fito, (2004) en Banana; Barbosa y Vega (2000) y Giraldo *et al.* (2005) en piña.

Las investigaciones en la temática sobre el proceso DO y DAC para las frutas se encuentran muy relacionados con el proceso de conservación. La combinación de dos o más métodos y la utilización de tratamientos combinados donde se apliquen métodos para eliminar la humedad intermedia como la deshidratación osmótica con otros, han sido abordados por un grupo de autores, entre los que se encuentran Pérez *et al.* (2003) en naranjas; Muñiz (2009) en fruta bomba; Fernández, (2011) en fruta bomba y Amato *et al.* (2011) en piña, manzana, papaya y fresas.

La piña por su color atractivo y por sus excelentes propiedades nutricionales y medicinales; presenta una alta demanda en el mercado tanto nacional como internacional, sin embargo tiene el inconveniente de ser una fruta climatérica con picos de producción en una sola época del año, es por esta razón que su procesado a través de diferentes técnicas agroindustriales como la deshidratación como (método de conservación), se vislumbra como una práctica eficaz para su preservación.

La deshidratación osmótica es una técnica de remoción de agua en la cual el alimento a deshidratar es sumergido en una solución que hace posible la incorporación de componentes fisiológicamente activos, preservativos y saborizantes, (Panagiotou *et al.*, 1998).

En Cuba, es hoy una necesidad impulsar el desarrollo de la Agroindustria como una nueva alternativa para la producción de alimentos, que constituye en estos momentos una de las líneas fundamentales establecidas en la política económica cubana. De ahí que la presente investigación se realizó en la provincia de Mayabeque, Cuba, durante el mes de marzo del año 2012. Teniendo como objetivo *evaluar a través de indicadores económicos la aplicación de la deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña (Ananas Comosus, variedad Cayena lisa).*

MÉTODOS

La evaluación económica de los procesos tecnológicos de deshidratación a partir de la determinación de los gastos fundamentales está condicionada al igual que otros procesos por los gastos directos por hora de producción, los cuales se re-

lacionan con los gastos de salario, renovación (amortización), consumo de energía eléctrica y otros insumos asociados con el tipo y características del proceso seleccionado. Los gastos fundamentales en los procesos tecnológicos de deshidratación de frutas son: gastos de energía eléctrica debido al tiempo dedicado al proceso de deshidratación, que depende además del tipo y características de la fruta o material agrícola que va a ser deshidratado y de la forma y característica que voluntariamente se le confiere al producto final deshidratado, los gastos de amortización de los equipos debido a que son instrumentos de última tecnología que presentan un alto costo de importación, y los gastos correspondientes a los insumos utilizados que dependen de las características propias del proceso de deshidratación a utilizar (Muñiz, 2009; Fernández, 2011). En el caso de algunos procesos de deshidratación como la deshidratación osmótica, se relacionan los gastos en sustancias químicas conservantes del producto así como, materias primas como azúcares, mieles, alcoholes, y sales, empleadas para la elaboración de las soluciones osmóticas. Otro de los insumos utilizados durante los procesos tecnológicos de deshidratación, son los materiales para el embalaje del producto final deshidratado, los cuales pueden ser de polietileno, plástico o cristal.

Metodología para la determinación y comparación de los indicadores económicos de ambos procesos

Para la determinación de los principales indicadores económicos se tomó como punto de partida las metodologías propuestas por Muñiz (2009) y Fernández (2011), que se basan en una modificación a la NC 34-38:2001.

1. Determinación de los gastos directos, peso.

$$Gd = S + A + R + C + O \quad (1)$$

donde:

S - salario del salario del obrero o técnico de laboratorio

encargado de realizar y controlar el proceso, peso;

A - gastos de renovación (amortización), peso;

R - gastos por mantenimiento técnico de los equipos, peso;

C - gastos por consumo de energía eléctrica, peso;

O - gastos en insumos y materiales auxiliares, peso.

2. Determinación de los gastos de salario del obrero o técnico de laboratorio encargado de realizar y controlar el proceso, peso.

$$S = \frac{1}{W_{07}} \cdot \sum_{j=1}^K H_j \cdot P_j \quad (2)$$

donde:

H_j - cantidad de obreros o técnicos de servicio;

P_j - pago del personal de servicio según la tarifa salarial por jornada laboral, peso/jornada;

W₀₇ - el valor de productividad para estos procesos se considera igual a uno porque se establece en función de la cantidad de bandejas obtenidas con productos elaborados en una jornada laboral,

3. Determinación de los gastos de renovación (amortización) de los equipos, peso.

$$A = \frac{B \cdot a}{100 \cdot W_{07} \cdot Cza} \tag{3}$$

donde:

- A - gastos de renovación (amortización), peso;
- B - precio del equipo nuevo, peso;
- a - coeficiente de descuento para la renovación (amortización),
- Cza - carga zonal anual, h/año.

4. Determinación de la carga zonal anual, h/año.

$$Cza = D \cdot t \tag{4}$$

donde:

- D - cantidad de días de trabajo del equipo, día/año;
- t - cantidad de horas de trabajo del equipo en un día, h/día.

5. Determinación de los gastos por consumo de energía eléctrica

$$C_0 = \sum_{i=0}^n C_e \cdot t \tag{5}$$

donde:

- C₀ - consumo energético total de la actividad, kW;
- C_e - consumo de energía del equipo, kW/h;
- t - tiempo de trabajo de un equipo, h.

6. Determinación del gasto por consumo de energía eléctrica, peso/kW.

$$C = C_o \cdot V_{al} \tag{6}$$

donde:

- V_{al} - precio actual del kW.

7. Determinación de los gastos en insumos y materiales auxiliares (gastos relacionados con el costo de las sustancias preservantes y de los materiales empleados).

$$O = \sum_{i=1}^n C_p \cdot P_p \tag{7}$$

donde:

- C_p - cantidad de producto utilizado;
- P_p - precio del producto, peso.

La comparación de los indicadores económicos de ambos métodos se realizara comparando todos los gastos en que se incurre durante ambos procesos incluyendo finalmente los totales.

A continuación se muestra el esquema de la valoración económica de los métodos de conservación empleados (osmótica y por flujo de aire caliente).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la determinación y comparación de los indicadores económicos para ambos métodos

El indicador económico de mayor importancia durante la aplicación de los procesos tecnológicos de deshidratación es el consumo de energía eléctrica, aunque en el caso específico del proceso de deshidratación osmótica se tienen en cuenta otros gastos como las sustancias químicas preservantes y los materiales utilizados para la elaboración del jarabe (Osmosis).

Los gastos de electricidad están en función del consumo energético de cada uno de los equipos participantes en los procesos tecnológicos, del tiempo dedicado al mismo y del precio del kW según la Organización Básica Eléctrica de Mayabeque (OBE) del Ministerio de la Industria Básica, específicamente de la Empresa de Transmisión y Distribución de Electricidad, se estima que para el área que comprende Rectoría de la UNAH y Laboratorios de Química, en el horario de 8:00 am a 5:00 pm es de aproximadamente 0.10 peso/kW.

Las Tablas 1 y 2 muestran los equipos e instrumentos utilizados durante los procesos tecnológicos de DO y DAC, el tiempo total de trabajo de cada uno así como la energía eléctrica que consumen de forma individual.

El consumo de energía eléctrica durante el proceso de deshidratación por flujo de aire caliente es de 11,3415 kW con un valor de \$ 1.13 pesos.

Consumo total de energía eléctrica para el proceso de deshidratación osmótica es de 11,01 kW con un valor de 1.10 pesos.

TABLA 1. Instrumentos utilizados durante la deshidratación por flujo de aire caliente de la piña (Ananas Comosus), variedad cayena lisa

Equipos e instrumentos	Modelo	Tiempo de trabajo, min	Consumo de electricidad, kW
Balanza electrónica	LG-1001 ^a	48	0,0015
Estufa eléctrica	Venticell	300	11,34

TABLA 2. Instrumentos utilizados durante la deshidratación osmótica de la piña (Ananas Comosus), variedad Cayena lisa

Equipos	Modelo	Tiempo de trabajo, min	Consumo de electricidad, kW
Balanza analítica	BS124S	47	0,01
Plancha eléctrica	IKAC-MAG HP10	330	7
Peachímetro digital	DDSJ-308A	10	0,0015
Estufa eléctrica	Venticell	180	4
Balanza electrónica	LG-1001 ^a	50	0,002

En ambos métodos de deshidratación el salario correspondiente al técnico encargado de realizar y controlar el proceso coincide con el monto de 415.00 pesos en 24 días laborables (un mes de trabajo), siendo el salario por jornada laboral de 11.04 peso/jornada.

A continuación, la Tabla 3 muestra el gasto de salario que en que se incurre durante la aplicación de cada método, siendo el mismo de 21.6 pesos para el caso de la DO y de 10.8 pesos para la DAC.

TABLA 3. Gastos de salario correspondientes a los procesos tecnológicos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente

Métodos de deshidratación	Tiempo de duración, min	Gasto de salario, peso
Deshidratación osmótica	600	10.8
Deshidratación aire caliente	300	21.6

Los gastos de amortización están en función de la depreciación diaria de cada equipo utilizado; la Tabla 4 muestra estos valores.

Tabla 4. Gastos de depreciación diaria de los equipos

Equipo	Modelo	Gastos de depreciación, peso
Balanza analítica	BS124S	0.21
Plancha eléctrica	IKAC-MAG HP10	0.13
Peachimetro	DDSJ-308A	0.09
Estufa eléctrica	Venticell	0.75

Para el proceso tecnológico de deshidratación osmótica entre los materiales fundamentales empleados se encuentran: azúcar blanca utilizada para la formación de la solución (jarabe) se utiliza para el proceso de osmosis, y algunas sustancias perseverantes como los ácidos cítrico, ascórbico, el bisulfito de sodio y el hidróxido de calcio (Tabla 5). A continuación la misma muestra los valores en pesos de dichos materiales; en el caso del azúcar blanca fue adquirida en un mercado local de San José de las Lajas por venta liberada con un valor de 6 pesos por libra, se tiene que, para una masa total de 550 gramos de fruta que se deshidrataron osmóticamente fueron utilizados 1 380 gramos de azúcar blanca con un valor de 18 pesos.

Una vez analizados los gastos totales en que se incurren en cada proceso, se obtuvo como resultado que estos ascienden al monto de 49.07 pesos para el proceso tecnológico de DO y de 15.03 pesos para la DAC para la masa utilizada en cada caso, superando el proceso tecnológico de D.O al de A.C en 34.04 pesos (Figura 1), lo que se debe a que en el proceso de D.O el tiempo empleado fue superior y por consiguiente los gastos de salarios; además, para este método de (D.O) también se utilizaron materiales auxiliares como el azúcar, para la formación de la disolución empleada en la osmósis (jarabe) y sustancias químicas preservantes los cuales forman parte de los gastos del proceso representando el 16%, (Figura 2), que muestra los valores en porcentaje de los gastos de cada proceso tecnológico.

TABLA 5. Materiales y sustancias químicas (preservantes) utilizadas durante el proceso de deshidratación osmótica

Materiales y sustancias preservantes	Cantidad utilizada en (g) por cada 1000 mL de agua	Valor, peso
azúcar blanca	1380	18
ácido cítrico	30	0.71
ácido ascórbico	20	0.16
bisulfito de sodio	20	0.11
hidróxido de calcio	1,5	0.01

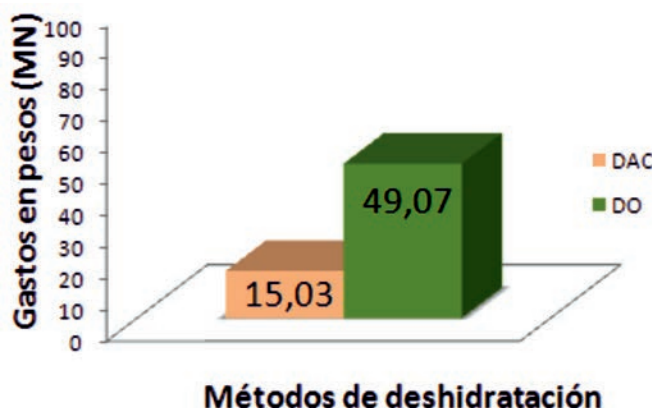


FIGURA 1. Gastos totales de los procesos tecnológicos DAC y DO.

Para el proceso tecnológico de DO los gastos por consumo de energía eléctrica representan el 2%, los gastos de salario el 45%, los gastos en materiales y sustancias preservantes utilizadas el 50% y los gastos de amortización (depreciación) de los equipos empleados el 3%. Para el proceso tecnológico de DAC los gastos en energía eléctrica representan el 9%, los

gastos en salario el 81% y los gastos por amortización (depreciación) de los equipos el 10%. El gasto de salario para el proceso tecnológico de DO excede en un 4,12% a estos gastos para el proceso tecnológico de DAC, porque como el número de operaciones no es igual en cada proceso, el tiempo dedicado al mismo también lo es.

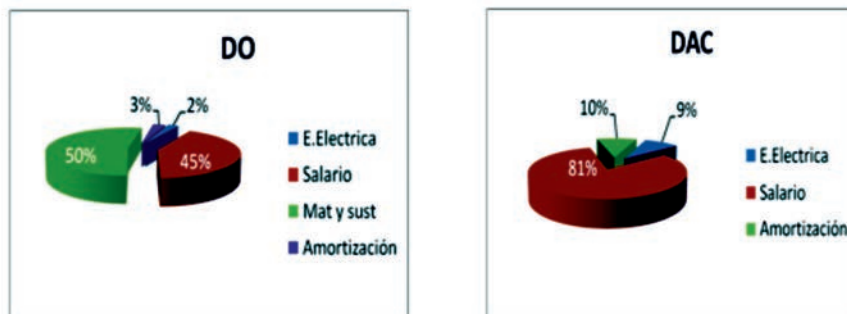


FIGURA 2. Gastos de los procesos tecnológicos de DO y DAC.

CONCLUSIONES

- Los procesos tecnológicos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente de la piña, variedad Cayena lisa, pueden considerarse factibles económicamente, ya que los gastos totales del proceso ascienden a un monto de 49.07 pesos para la DO y 15.03 pesos para la DAC para procesar 550 g en cada proceso.

- El 50 y 45% de los gastos en la DO son por concepto de materiales y sustancias preservantes y de salario, respectivamente, mientras que en la DAC el 81% es por concepto de salario.
- El proceso tecnológico para los métodos DO y DAC posible a aplicar en la agroindustria a pequeña escala bajo las condiciones actuales consta de nueve pasos fundamentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMATO, A., E. ARRIAZA., R. BAGUR. y A. CASTILLO: *Práctica de Laboratorio No. 4: Deshidratación osmótica y tecnología de barreras*, Fecha de realización de la práctica: 8 y 15 de febrero de 2011. Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de ingeniería, Guatemala, 2011.
2. APONTE, A. y A. AYALA: *Aplicación de la deshidratación osmótica e impregnación a vacío en la ciptrotección de mango*. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, España, 2001.
3. BARAT, J. M.; A. CHIRALT & P. FITO: "Effect of Osmotic Solution Concentration, Temperature and Vacuum Impregnation Pretreatment on Osmotic Dehydration Kinetics of Apple Slices", *Food Science Technology*, 7(5): 451-456, 2001.
4. BARBOSA, G. y H. VEGA. *Deshidratación de alimentos*, 297pp., Zaragoza (España): Acriba, 2000.
5. BUESTÁN., C, E. CORNEJO, y F LÓPEZ. *Influencia de pre tratamientos convencionales en el proceso de secado de piña y en las características físicas del producto final*, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica Litoral, Campus Gustavo Galindo km 30,5; Vía Perimetral, Guayaquil, Ecuador, 2005.
6. DOUGLAS, R: *Efecto del secado solar en los contenidos de humedad, carbohidratos, carotenoides totales e índice de peróxidos del mesocarpio de la Palma Coroba (Atarea Spp.)*, Universidad Simón Rodríguez (USR), Venezuela, 2006.
7. FAO: *Normas para piña, estado fresco, variedades comerciales (CODEX STAN 182 a- 1993)*, FAO-Roma, Consulta 17 de Mayo de 2010.
8. FERNÁNDEZ, R.: *Evaluación de las principales propiedades de calidad de la fruta bomba (Carica papaya L.), variedad Maradol roja deshidratada a través de los métodos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ing. Mecanización Agropecuaria)*, Facultad de Mecanización Agropecuaria, UNAH, Mayabeque, Cuba, 2011.
9. GIRALDO, G., C. DUQUE y C. GARCÍA: "Métodos combinados de secado para el escarchado de mango (Mangifera indica) var. Kent", *Medellín* 12(2), 2005.
10. MUÑOZ, S.: *Evaluación de la calidad de la fruta bomba (Carica papaya L.) variedad Maradol roja como fruta fresca y después de ser sometida a procesos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente., Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero en Mecanización de la Producción Agropecuaria)*, Universidad Agraria de La Habana, Cuba, 2009.
11. NOWAKUNDA, A. & P. FITO: Osmotic dehydration of banana slices as a pretreatment for drying processes. In: **The International Drying Symposium** (14: 2004: São Paulo, Brazil), pp. 2077-2083, São Paulo, Brazil, 2004.
12. PANAGIOTOU, N.M., V.T. KARATHANOS & Z.B. MAROULIS: "Effect of osmotic agent on osmotic dehydration of fruits", *Drying Technology*, 17: 175-189. 1998.
13. PÉREZ, M., C.J. CARDOZO y H.J. CIRO: *Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (Carica papaya l.) en cuatro agentes edulcorantes*, Ed. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Medellín, Colombia, 2005.
14. YIRAT, M.; A. GARCÍA; A. HERNÁNDEZ; A. CALDERÍN y N. CAMACHO: "Evaluación de la calidad de la guayaba, variedad enana roja EEA-1-23, durante el almacenamiento a temperatura ambiente", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(2): 70-73, 2009.