



Revista Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha

ISSN: 1665-0204

rebasa@hmo.megared.net.mx

Asociación Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha, S.C.
México

García, Auris; Pérez, Maiby; García, Audry
EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO POSTCOSECHA DE LA BATATA (*Ipomea batatas* (L) Lam)
EN CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO COMERCIAL
Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 15, núm. 2, diciembre, 2014, pp. 177-186
Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.
Hermosillo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81333269008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO POSTCOSECHA DE LA BATATA (*Ipomea batatas* (L) Lam) EN CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO COMERCIAL

Auris García, Maiby Pérez y Audry García

Trabajo financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV). Laboratorio de Postcosecha del Instituto de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, estado Aragua. Venezuela. Código Postal 2105. E-mail. aurisgarcia@hotmail.com

Palabras clave: calidad postcosecha de la batata, batata (*Ipomea batatas* (L) Lam), almacenamiento de batatas.

RESUMEN

El estudio del comportamiento de la calidad postcosecha en la batata (*Ipomea batatas* (L) Lam) bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente ($30\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $60\pm 1\%\text{RH}$) y refrigeración comercial ($13\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $80\pm 1\%\text{RH}$), tuvo por objetivo conocer el tiempo de vida útil para su comercialización. La metodología permitió determinar en cada condición de almacenamiento, la pérdida de peso diaria (PD) y total (PT), cambios texturales, tipos de daños y el peso específico como indicador de la calidad de frescura. El análisis comparativo de estas variables en función de la buena calidad del producto en el máximo tiempo de anaquel, permitió establecer el límite de comercialización (LC) como tiempo referencial de vida útil. Los resultados indicaron que estos tejidos son sensibles al medio ambiente, por mostrar una PD de 2,51%, que conlleva a variaciones significativas de la textura (6,50 a 12,93 kgf/mm de deformación) con la consecuente aparición de la deshidratación del tejido, conservándose la calidad aceptable por 13 días (PT: 25,82%). Por el contrario, en refrigeración se conservaron mejor estas características, siendo el LC de 35 días (PT: 23,40%), reflejado por la ausencia de daños, menor merma de PD (0,66%) y variación de textura (6,50 a 6,58 kgf/mm de deformación), sin que existieran diferencias estadísticamente significativas ($p\geq 0,05$) en los valores promedio del peso específico (1,09 a 1,07 g/cm³). En conclusión el ensayo demostró que las batatas, son productos perecederos con un metabolismo muy activo después de la cosecha, con mermas de peso promedio de 17,57%/semana a temperatura ambiente, siendo menores en refrigeración (4,69%/semana). Se recomendó el transporte refrigerado y previo a la comercialización la selección y limpieza del material, además de mantener la cadena de frío durante la venta para extender el tiempo de vida útil con las mínimas pérdidas postcosecha.

EVALUATION OF THE BEHAVIOR OF HARVEST THE SWEET POTATO (*Ipomea batatas* (L) Lam) IN CONDITIONS OF COMMERCIAL STORAGE

Key words: Postharvest quality of the sweet potato, sweet potato (*Ipomea batatas* (L) Lam), storage of sweet potatoes.

ABSTRACT

The study of the behavior of the postharvest quality in the sweet potato (*Ipomea batatas* (L) Lam) under conditions of storage at room temperature ($30\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $60\pm 1\%\text{RH}$) and commercial refrigeration ($13\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $80\pm 1\%\text{RH}$), had by objective to know the time of life to your marketing. The methodology has allowed us to determine in each condition of storage, the loss of weight daily (PD) and total (PT), textural changes, types of damage, and the specific weight as an indicator of the quality of freshness. The comparative analysis of these variables as a function of the good quality of the product in the maximum time of bin, it served to establish the limit marketing (LC) as reference time of life. The results indicated that these tissues are sensitive to the environment, to show a PD of 2,51%, which led to significant variations in texture (6,50 to 12,93 kgf/mm of deformation) with the consequent emergence of dehydration of the tissue, retained the quality acceptable for 13 days (PT: 25,82 %). On the contrary, in refrigeration is best conserved these characteristics, being the LC 35 days (PT: 23,40 %), illustrated by the absence of damage, less loss of PD (0,66 %) and variation of texture (6,50 to 6,58 kgf/mm of deformation), there were no statistically significant differences ($p>0.05$) in mean values of the specific weight (1,09 to 1,07 g/cm³). In conclusion, the trial showed that the sweet potatoes, are perishable

products with a very active metabolism after harvest, with average weight losses of 17,57 % /week at room temperature, being lower for cooling (4,69 % /week). It was recommended that the refrigerated transport and pre-marketing the selection and cleaning of the material, in addition to maintaining the cold chain during the sale to extend the time of life with the minimum postharvest losses.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de la mayoría de las raíces tuberosas de importancia comercial como la batata (*Ipomea batatas* (L) Lam), está destinada a abastecer el mercado de consumo fresco y a la agroindustria dedicada a la elaboración de chips y harinas (Fioreze y Morini, 2000). Sin embargo, el problema principal para ambos tipos de consumidores, es la conservación de la calidad postcosecha, la cual es alterada por los deterioros ocasionados durante las prácticas de cosecha, manejo y principalmente de almacenamiento. En este último, por detectarse condiciones de temperatura y humedad relativa, que cambian significativamente el buen estado del producto fresco. Aunque en algunos casos, esta condición y la existencia de batatas con inmadurez fisiológica asociada a un momento inoportuno de cosecha, aceleran el detrimento de la calidad de consumo (Pérez y Pacheco, 2005; Tapia, 2001; Montaldo *et al.*, 1992). Esta condición particular se debe a que el material posee un mayor grado de susceptibilidad ante la invasión de microorganismos y daños físico-mecánicos durante el manejo (cortes, roturas, hendiduras, perforaciones y abrasiones), que conllevan a pérdidas que varían entre 20 y 40% (Tique *et al.*, 2009; Mora y Rojas, 2007; Villafañe, 1998).

Por otro lado, una adecuada condición de almacenamiento, favorece a que estos tejidos amiláceos de alto contenido de humedad (60-78% humedad) y tasa moderada de transpiración y respiración (41 a 49 mL CO₂/kg/hr a 32° C) extiendan significativamente el tiempo de vida útil y la calidad comercial asociada al uso y consumo (Doperto *et al.*, 2010; USAID, 2007; Martí, 2004). Definir la calidad comercial de las batatas, resulta difícil, dado que es calificada según el criterio de preferencia del

consumidor, ya sea por sus características físicas (peso, tamaño, forma, defectos y daños), sensoriales, culinarias (tiempos de cocción) o nutricionales (aporte de energía, contenido de carbohidratos, azúcares simples, fibra, proteína, carotenoides y minerales). Pero en general, se refiere a una raíz tuberosa fresca del morfotipo blanco, amarillo o morado, entera, sana y sin daños (Montes *et al.* 2010; Chacón y Reyes, 2009; Días *et al.*, 2007).

Estos criterios de calidad cambian negativamente durante largos periodos de almacenamiento, reduciendo el límite de comercialización. Por esta razón, Conita (1991) sugiere que se realice una correcta elección de la temperatura como de la humedad relativa en la cámara de refrigeración, considerando que sus fluctuaciones aceleran la merma de peso desde un 7 a 24% por semana en productos sanos y enteros, además de promover daños por microorganismos. Al respecto, Quirien *et al.* (2003), Chacón y Reyes (2009) recomiendan para reducir las pérdidas postcosecha por esta causa, aplicar antes de almacenar un acondicionamiento postcosecha denominado curado. Este consiste en mantener las batatas recién cosechadas a una temperatura promedio de 30-32°C con una humedad relativa de 75-85% en cámaras de climatización por un tiempo mínimo de 24 horas, para estimular la formación de una capa protectora de corcho, suberina y otros materiales cerosos sobre la superficie, que generan una barrera física para controlar la invasión fúngica y bacteriana, además de la pérdida de humedad, sabor, color y textura en tiempos prolongados de almacenamiento (USAID, 2007; Chacón y Reyes, 2009).

Dadas estas premisas se planteó en este estudio, analizar el comportamiento de la calidad postcosecha de la batata en dos

condiciones de almacenamiento comercial comúnmente usada por los agricultores y expendedores de batatas frescas. Esto con la finalidad de conocer el tiempo de vida útil comercial, cuantificar las pérdidas de peso fresco y su efecto sobre las características físicas visibles, que determinan la buena calidad o aceptación del producto fresco.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Procesos y Equipos Postcosecha del Instituto de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Agronomía en la Universidad Central de Venezuela, núcleo Maracay. El material de estudio correspondió a las raíces reservantes de batata de la variedad Topera (ciclo vegetativo: 120 días) cultivadas en el Campo Experimental de Ingeniería Agrícola, bajo un sistema de producción agrícola asistida técnicamente siguiendo las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y realizando un proceso de cosecha semi-mecanizado.

Las tomas de muestras para la determinación del tiempo de vida útil de las raíces reservantes de batata (*Ipomea batatas* (L) Lam), se realizó siguiendo la norma COVENIN N° 1769-81, referido al plan de muestreo global reducido, que permitió conformar dos muestra por triplicado de cuatro kilos cada uno, representando 60 muestras para el ensayo de 30 días de almacenamiento a temperatura ambiente y 90 muestras para el ensayo de 45 días de almacenamiento en refrigeración, dando un total de 150 muestras. Durante estos ensayos, cada tres días se cuantifico el comportamiento postcosecha de las batatas almacenadas, en función de las variables de pérdida de peso diaria y total, textura y peso específico. Los datos obtenidos del comportamiento postcosecha de las batatas en las dos condiciones de almacenamiento, se sometieron a las pruebas estadísticas descriptivas, análisis de varianza y prueba de comparación de media de Tukey para

comparar los valores medios y los valores de $p < 0,05$ para establecer la existencia de diferencias estadísticamente significativas. La evaluación fue realizada para un nivel de confianza del 95% ($\alpha: 0,05$), bajo un diseño completamente aleatorizado (Montgomery, 1991). Estos análisis se hicieron usando el programa computarizado de Statistix con un soporte técnico de Windows 2007.

Con relación a la preparación del material vegetal, este consistió en someter el producto recién cosechado a un curado natural por irradiación solar, en campo abierto por un día e inmediatamente retirar el calor de campo, aplicando una ventilación forzada por tres horas bajo un área con cobertura. Además se realizó una selección (descarte de materiales con daños) y limpieza del material antes de iniciar el estudio.

Determinación tiempo de vida útil de las batatas estado fresco. El estudio del comportamiento postcosecha para establecer el tiempo de vida útil de las batatas en estado fresco a temperatura ambiente, se estableció simulando la condición ambiental a nivel de los mercados libres o populares, caracterizada por una temperatura promedio de zona de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ y $60 \pm 1\% \text{HR}$. Mientras la segunda determinación correspondió a los puntos de venta donde existía almacenamiento en cavas de refrigeración, siendo la temperatura promedio de $13 \pm 1^\circ\text{C}$ y $80 \pm 1\% \text{HR}$.

La evaluación para la primera condición fue de 30 días y en la segunda de 45 días. Durante este periodo se midió cada tres días las siguientes variables: a) pérdida de peso diaria, que relacionó el peso inicial con el peso final de almacenamiento, expresando los resultados en porcentaje (%) (Flores, 2000), b) pérdida de peso total, correspondiente a la suma de las pérdidas de peso diaria en el tiempo total, expresando los resultados en porcentaje(%), c) textura, medida por los cambios en la resistencia físico-mecánica, con el uso del penetrómetro manual modelo

Chatillon, marca Jhon Chatillon & Sons INC, empleando una aguja de corte biselada de punta de cizallamiento de 1,3 cm de longitud sobre la zona ecuatorial del material entero con presencia de la rizodermis, tomando las lecturas hasta cinco milímetros de penetración. La fuerza máxima de resistencia físico-mecánica, correspondió al punto de rotura en el tejido. Los resultados se expresaron en kilogramos fuerza (kgf) por milímetros (mm) de deformación. (Echeverría y Rangel, 1992; García y Pacheco, 2008), c) tipos de daños, estos se reportaron al final del tiempo de almacenamiento, identificando los daños físicos (deshidratación, roturas, grietas), por microorganismos u otros como indicadores de la mala calidad del producto fresco (Montaldo, 1979) y d) peso específico, se midió relacionando el valor del peso fresco del producto (g) con respecto a su volumen (cm^3). Este último se determinó por el principio de Arquímedes, a partir de un volumen de agua conocido donde se sumergió el producto y por diferencia del desplazamiento del agua, se calculó el volumen en centímetros cúbicos (cm^3) (Echeverría y Rangel, 1992, Flores, 2000).

Los datos obtenidos en cada condición y tiempo de almacenamiento, fueron sometidos a un análisis comparativo de las características de preferencia de los consumidores en general (rubro entero, sano, sin manchas, sin daños físico-mecánicos y sin pudriciones o áreas con puntos blandos o aguados y firmes al tacto) para definir el límite de comercialización, es decir el tiempo en días de la vida útil del producto en estado fresco con buena calidad para su uso y consumo (Montes *et al.* 2010; Chacón y Reyes, 2009; Días *et al.*, 2007). Además de considerar la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el peso específico inicial con respecto al final (Flores, 2000; Segura *et al.*, 2003, García y Pacheco, 2007). Para la interpretación de los resultados, se consideró las variaciones del déficit de presión de vapor

entre el producto y el medio de conservación a la temperatura y humedad relativa en estudio en cada caso (Cuadro 1) (Flores, 2000; Rangel *et al.*, 2011).

Cuadro 1. Déficit de la pérdida de vapor (DPV) en condición de almacenamiento a temperatura ambiente y refrigeración en estudio

Condición de almacenamiento	Valor promedio del Déficit de Presión de Vapor (DPV) mmHg
Ambiente (30±1°C y 60±1%HR)	12,44
Refrigeración (13±1°C y 80±1%HR)	2,61

Fuente: Durán (1998)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pérdida de peso, peso específico y tipos de daños en las batatas almacenadas a temperatura ambiente. En el Cuadro 2 se presentan los valores promedio del % pérdida de peso diaria y total, peso específico y tipos de daños en el almacenamiento a temperatura y humedad relativa del ambiente (30±1°C y 60±1%HR), condición típica de comercialización de las batatas por los expendedores en los mercados populares. Bajo estas condiciones se encontró en el lapso de 30 días, variaciones continuas del peso fresco de estas raíces tuberosas, que conllevaron a mermas diarias en el intervalo de 1,14 a 3,27%, que representaron una alta pérdida de peso total promedio de 17,57%/semana, existiendo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre el peso específico inicial y final, que indicaron la pérdida de la buena calidad comercial. Este resultado fue asociado directamente a la baja humedad relativa del ambiente, la cual favoreció a que esta raíz tuberosa de alto contenido de humedad inicial (71,61 g/100g), liberara continua y fácilmente el agua superficial o tensoactiva, por efecto del déficit de presión de vapor entre el producto y medio ambiente (DPV: 12,44 mmHg). Esta respuesta origina una serie de cambios no deseables en la calidad final del rubro, por mostrar daños

severos visibles como la deshidratación, grietas pequeñas poco profundas, manchas oscuras y marcas por abrasiones, que no fueron detectadas al inicio del ensayo debido a

la turgencia del tejido recién cosechado y adecuadamente curado.

Cuadro 2. Pérdida de peso diaria y total, peso específico y tipos de daños en batatas frescas almacenadas a temperatura ambiente (30±1°C y 60±1%HR)

Producto fresco: batatas	Condición inicial	Almacenamiento	
		30 días	13 días
Peso específico (g/cm ³)	1,09 +0,01a	0,78 +0,03b	1,06 + 0,01 ^a
% Pérdida peso diaria	----	2,51+0,02 ^a	1,63+0,03b
% Pérdida peso total	----	64,21+2,3 ^a	25,82 + 1,1b
Tipo de daños	Ninguno (sanas, enteras, textura firme, sin daños físico(marcas, rajaduras, abrasiones, cortes) o por microorganismos)	Deshidratación, grietas pequeñas poco profundas, manchas oscuras y marcas por abrasiones	Ninguno (sanas, enteras, textura firme, sin daños físicos o por microorganismos)

Contenido de humedad inicial (g/100g): 71,61 + 0,05; DPV (Déficit de Presión de Vapor entre el producto y medio ambiente): 12,44 mmHg

Sin embargo, se determinó que a los 13 días se mantuvo la calidad inicial del tejido, sin que existieran diferencias estadísticamente significativas ($p \geq 0,05$) del peso específico con respecto al inicial, definiendo esta condición el tiempo de vida útil del producto o límite de comercialización, caracterizada por una menor pérdida de peso diaria y total. Este valor promedio resulto ligeramente superior (7,05%) a lo indicado por Conita (1991) de 24%, explicando este autor que la batata presenta un alto grado perecedero al encontrarse en un medio que genera un tipo de estrés, es decir un medio que acelere el incremento de la merma de peso diaria. Por otro lado, la alta pérdida de peso total, tiene una importancia significativa en el valor económico del producto para los expendedores, de manera que conocer el límite de comercialización (13 días), es una variable que permite asegurar la distribución del producto con características de frescura (aparición sana, entera con textura firme al tacto y sin presencia de daños por microorganismos o alteraciones físicas visibles muy marcadas) resguardo el margen de rentabilidad del producto.

Pérdida de peso, peso específico y tipos de daños en las batatas almacenadas a temperatura de refrigeración. En el almacenamiento bajo refrigeración por el tiempo de 45 días, hubo una reducción del 41,61%, de la pérdida de peso total, que se consideró significativa al compararlo con los 30 días en el medio a la temperatura ambiente ($p < 0,05$) (Cuadro3). En esta condición hubo merma diaria que conllevo a una pérdida de peso total promedio de 4,69%/semana, sin que ocurrieran síntomas de susceptibilidad al frío, evidenciado por la inexistencia de desórdenes fisiológicos aparentes. Sin embargo, se observó ligeros cambios al final del tiempo de conservación relacionado con el envejecimiento normal del tejido, manifestada por una leve deshidratación, pérdida de la firmeza al tacto (tejido ligeramente blando), manchas oscuras superficiales y pequeñas marcas de abrasiones.

Este último debido a los daños que ocurren por la fricción inevitable en los sacos o unidades de empaque durante la manipulación y transporte, los cuales tienden a detectarse en la medida que el tejido avanza en la senescencia. Mientras las manchas

oscuras a nivel superficial de la rizodermis, fue atribuido a uno de los principales ejemplos de deterioro común, cuando las batatas presentan las abrasiones mencionadas, algún

tipo de herida o cicatrización, lo cual es causado esencialmente por la acción de la enzima polifenoloxidasas, como lo explica Chacón y Reyes (2009).

Cuadro 3. Pérdida de peso, peso específico y tipos de daños en batatas frescas almacenadas a temperatura de refrigeración y alta humedad relativa ($13\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $80\pm 1\%\text{HR}$)

Tipo de daño	Frecuencia	Porcentaje	Pérdida de peso (%)	Peso específico (g/cm^3)
Herida	1	100	0,66	1,07
Cicatrización	1	100	0,66	1,07
Abrasión	1	100	0,66	1,07
Mancha	1	100	0,66	1,07
Podredumbre	1	100	0,66	1,07
Daño mecánico	1	100	0,66	1,07
Daño químico	1	100	0,66	1,07
Daño biológico	1	100	0,66	1,07
Daño físico	1	100	0,66	1,07
Daño térmico	1	100	0,66	1,07
Daño hídrico	1	100	0,66	1,07
Daño nutricional	1	100	0,66	1,07
Daño sensorial	1	100	0,66	1,07
Daño culinario	1	100	0,66	1,07

Contenido de humedad inicial ($\text{g}/100\text{g}$): $71,61 \pm 0,05$; DPV (Déficit de Presión de Vapor entre el producto y medio refrigerado): $2,61\text{mmHg}$

Es importante señalar, que a pesar de las observaciones de estas características, no se encontró diferencias estadísticamente significativas del peso específico ($1,06 \text{ g/cm}^3$) al compararlo con la condición inicial ($1,09 \text{ g/cm}^3$). Pero las variaciones no deseables de la apariencia global del producto, conllevaron a elegir como límite de comercialización 35 días, tiempo en el cual se visualizó la conservación adecuada de la frescura aparente de las batatas. En esta condición la merma promedio fue de $0,66 \%$ y la pérdida de peso total de $23,40 \%$, siendo el peso específico de $1,07 \text{ g/cm}^3$, que como era de esperarse no presentó diferencias estadísticamente significativas al compararlo con la determinación inicial ($1,09 \text{ g/cm}^3$) ($p \geq 0,05$). Esta similitud fue considerada indicativa de un material apto para su uso y consumo, donde se presume el mantenimiento de su composición química, nutricional, sensorial y culinaria. Esta aseveración se avala con las experiencias de Dias *et al.* (2007), por explicar que pesos específicos promedio de $1,09$ a $1,06 \text{ g/cm}^3$,

corresponde al criterio de calidad considerado adecuado para la preparación de rebanadas fritas (snacks) u obtención de harinas o almidones de batatas. Por ello esta característica física en este estudio, resultó de importancia para determinar la calidad comercial y el límite de conservación como de comercialización de este rubro, desde el punto de vista culinario y sensorial.

Por otro lado, la temperatura de refrigeración utilizada favoreció la disminución de la tasa de respiración/transpiración, evidenciado por la reducción de la merma de peso y el aumento del tiempo de almacenamiento hasta 35 días después de la cosecha. Este resultado coincide con lo señalado por Cantwell (1999) al explicar que por efecto de la alta humedad relativa y la baja temperatura, se logra mantener la calidad física de este rubro que posee un alto contenido de humedad, debido a que esta condición favorece la disminución del déficit de presión de vapor entre el producto y el medio. Como se evidenció en este ensayo,

donde hubo un menor DPV con respecto a la condición de temperatura ambiente. Es importante indicar que la temperatura empleada en este ensayo, no correspondió a la recomendada por García y Pacheco (2007) de manera general para raíces y tubérculos de 5 a 12°C, sin embargo, la misma permitió extender medianamente la vida útil del producto, ya el tiempo de 35 días al parecer es suficiente para la rotación de producto a nivel de centros de acopio públicos y privados a nivel nacional (información primaria). Por otra parte, un trabajo más reciente presentado por Doporto *et al.* (2010) no sugiere este intervalo de temperatura de 5 a 8°C, por haber detectado en su investigación la sensibilidad de la batata al daño por frío, aunque se entiende que esta variación es intrínseca dependiendo del tipo de variedad o clon.

Al respecto, González *et al.* (2000), Chacón y Reyes (2009) enfatizan que mientras ocurra una completa suberización de las heridas, el producto puede ser almacenado a temperaturas de 13 hasta 16°C (55-60°F) con 80 a 85% HR, sin que ocurran daños físicos visibles por determinado tiempo, refiriendo también que algunas variedades de batata, requieren temperaturas más bajas de 8 a 10°C para su conservación.

De acuerdo a estos resultados se puede considerar, que estos productos frescos después de cosechados, son medianamente perecederos, dada la acelerada/elevada pérdida de peso diaria y deterioro progresivo asociado a la deshidratación en la condición de temperatura ambiente, con respecto al almacenamiento en refrigeración por largo tiempo. En referencia al valor comercial, de acuerdo a Flores (2000) una merma promedio total en hortalizas por encima del 6%, influye negativamente en el producto, siendo entonces conveniente aplicar la técnica de acondicionamiento postcosecha de atmósferas modificadas pasivas con el uso de ceras o parafinas, como medió de control de esta variable. Esta técnica ha sido probada por

Flores (2000) para el manejo de la yuca fresca (*Manihot esculenta*), Seminario *et al.* (2003) en raíces de yacón (*Smallanthus sonchifolia*), Chacón y Reyes (2009) en batata con películas de empaque termoencogibles, para disminuir el incremento de la actividad respiratoria del tejido, que incide directamente en la elevada pérdida de agua como en los cambios de las características organolépticas, culinarias y texturales durante prolongados tiempos de almacenamiento (3 a 6 meses).

Textura

La textura en el tiempo establecido como límite de comercialización o vida útil, correspondió a un valor promedio final similar al inicial ($p \geq 0,05$) (Cuadro 4), para ambas condiciones de almacenamiento reflejando la frescura y turgencia del tejido. No obstante, se observó en el tiempo de almacenamiento de 30 días a temperatura ambiente, que estos valores tienden a incrementar significativamente ($p < 0,05$), indicando el endurecimiento de la batata.

Cuadro 4. Textura de las batatas almacenadas a temperatura ambiente y refrigeración comercial

Condición almacenamiento en el límite de comercialización	Textura (kgf/mm de deformación)	
	Inicial	Final
Temperatura ambiente (13 días)	6,50 + 0,2a	6,70 + 0,1 ^a
Temperatura ambiente (30 días)	6,50 + 0,2b	12,93+0,56 a
Temperatura de refrigeración (35 días)	6,50 + 0,2a	6,58 + 0,2 ^a
Temperatura de refrigeración (45 días)	6,50 + 0,2 b	7,84+0,27 a

Letras iguales en una misma fila indica inexistencia de diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ($p > 0,05$)

Esta respuesta fue atribuida a la consistente pérdida del agua tensoactiva (libre) del tejido por efecto del DPV. Por el contrario, este cambio tuvo menor variación en la condición de refrigeración comercial por la inducción del DPV favorable sobre el material vegetal. La variación de la textura, puede estar relacionados con los cambios

composicionales, que se originan por efecto de la evolución de la tasa de respiración y transpiración, que según Días *et al.* (2007), Barrantes y Sáenz (2000) es un proceso que normalmente va acompañado de la actividad enzimática endógena (amilasas, invertasas y sucrosa sintetasa) promoviendo la reducción en el contenido de: a) almidón por la conversión en azúcares simples y este no debe ser superior al 6% del valor inicial ya que afectara la textura y b) materia seca, que como mínimo tendría que encontrarse entre 20 a 24% para asegurar el rendimiento de este rubro en la obtención de harinas o almidones durante el aprovechamiento agroindustrial. Por otro lado, Hasbún *et al.* (2009) señalan que el almidón como la pectina a nivel de la pared celular, son polímeros que determinan las propiedades estructurales del tejido, que de modificarse alteran el valor de turgencia y por ende la textura del tejido.

De acuerdo a estos resultados, se demuestra la necesidad del almacenamiento refrigerado desde el momento de la cosecha de este rubro, ya que permite menores cambios de los valores texturales, así como de la merma de peso. Sin embargo, sería necesario implementar programas de capacitación para el adecuado manejo y acondicionamiento en campo, previo al almacenamiento, ya que estas condiciones definen la calidad. Esto se plantea, dado que en Venezuela como los países de la Cordillera Andina, se está incentivando la producción y consumo de la batata, por el interés en el aporte nutricional al hombre y por las bondades en el aprovechamiento de las harinas y almidones, considerando las propiedades funcionales para el uso agroindustrial (Techeira *et al.*, 2014).

CONCLUSIÓN

Las raíces reservantes de batatas, son tejidos perecederos muy sensibles a los cambios de temperatura ambiente (30°C y 60%HR), manifestando una pérdida de peso

elevada y constante, que va en detrimento de la textura, ocasionando la aparición de manchas oscuras superficiales, producto del daño físico mecánico durante la cosecha y recolección, que conlleva a limitar su tiempo de comercialización, como tejido fresco a un máximo de 13 días. Estos cambios fueron ligeramente aminorados en la condición de refrigeración a 13°C y 80% HR, donde la calidad de fresca se mantuvo por un tiempo máximo de 35 días, asociada al más alto valor promedio de peso específico inicial alcanzado durante este tiempo (1,09 a 1,07 g/cm³). Sin embargo, se recomendó una rápida comercialización de estos rubros para su máximo aprovechamiento fresco, así como manipular y comercializar en condiciones de refrigeración comercial, previo tratamiento de curado o suberización del tejido en campo, seguido de un acondicionamiento postcosecha con el uso de ceras, parafinas o películas plásticas comerciales.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV) por el financiamiento de la investigación.

LITERATURA CITADA

- Barrantes, M. y M. Sáenz. 2000. Evaluación de la resistencia al almacenamiento refrigerado de dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) provenientes de la zona norte de Cartago. Revista CNP del Laboratorio de Tecnología Postcosecha de la Universidad de Costa Rica, 12p.
- Cantwell, M. 1999. Características y recomendaciones para el almacenamiento de frutas y hortalizas. University of California, Davis. En línea: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/Storage/spana.html>
- Chacón, A. y Y. Reyes. 2009. efecto del empaque sobre la textura y el color del camote (*Ipomoea batatas* L.) durante el

- proceso de "curado". Agron. Mesoam. 20 (1): 47-57.
- Conita, A. 1991. Raíces y tubérculos. Serie ITTA N° 14. San José, Costa Rica. 132p.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1981. Frutas tomas de muestra. N° 1769-81. 1a. Revisión. Publicación de Fondonorma, Cat. C. CDU. 634.1/7:620.11. Caracas, Venezuela. 8p.
- Dias, A., A. Silveira, S. Matsumoto, H. Bomfim, C. Rodrigues y T. Melo. 2007. Physical and sensorial characteristics of sweetpotato clones. Ciênc. Agrotec. 31(6):1760-1765.
- Doporto, M., A. Mugridge, A. Chaves, M. García y S. Viña. 2010. Valor nutritivo y parámetros fisiológicos relativos a la conservación postcosecha de raíces de ahípa (*Pachyrhizus ahípa*). Rev. Iber.Tecnología Postcosecha 11(1): 75-81
- Durán F. 1988. Almacenamiento comercial de frutas y legumbres y existencia de floristería y viveros. 122 pág. [En línea: <http://www.books.google.co.ve/books?id=09m3fM/iUeqC8pg=PA27&dpe=P>]
- Echeverría, H. y O. Rangel. 1992. Caracterización físico-mecánica de algunos productos hortofrutícolas. En Taller de Transferencia de Manejo y Tecnología Postcosecha. Jornadas Técnicas de Ing. Agrícola. FAGRO-UCV. Venezuela. 10 p.
- Fiozeze, R. y B. Morini. 2000. Yam (*Dioscorea sp.*) drying with different cuts and temperaturas experimental and simulated results. Ciênc. Tec. Aliment. 20 (2):262-266.
- Flores, A. 2000. Manejo postcosecha de frutas y hortalizas en Venezuela. Experiencias y recomendaciones. Editorial UNELLEZ. San Carlos, Cojedes 320 p.
- García A. y E. Pacheco. 2008. Caracterización postcosecha del apio cultivado en el Municipio Tovar, estado Mérida-Venezuela. Agron. Trop. 58(4):409-416.
- García, A. y E. Pacheco. 2007. Efecto de la temperatura sobre la calidad postcosecha del apio criollo. Agron. Trop. 57(4):323-330.
- González, A., E. Acevedo, N. Acín, A. Bosques, J. Cardona, C. Cruz, M. Díaz y R. Goenaga. 2000. Conjunto Tecnológico para la Producción de raíces y tubérculos. Publicación de la Estación Experimental Agrícola del Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico. 20 p.
- Hasbún, J., P. Esquivel, A. Brenes y I. Alfaro. 2009. propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. Rev. Agron. Costarricense 33(1): 77-89
- Martí, H. 2004. Effects of storage time and boiling on root tuber colour in two sweet potato (*Ipomea batatas* L.) cultivars. Span. J. Agric. Res. Journal 4: 570-575
- Montaldo, A. 1979. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José de Costa Rica. 403 p.
- Montaldo, A., J. Montilla, D. Perdomo, J. Luciani y J. Mantilla. 1992. Investigación y mejora de los cultivos de raíces y tubérculos en Venezuela. Rev. Fac. Agron. (Maracay) 8:1-19.
- Montes, A. R. Oropeza C. Díaz. E. Rodríguez y J. Arias. 2010. Composición mineral y comparación de raíces reservantes de variedades de batatas (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) cultivadas en la isla de La Palma, España. RVCTA 1 (1): 001-019.
- Montgomery D. 1991. Diseño y análisis de experimentos. Editorial Iberoamericana. Caracas. 589 p.
- Mora, E. y J. Rojas. 2007. Los cultivos líderes de la agricultura venezolana (1984-2005). Rev. Agroalimentaria 25:33-44.
- Pérez, E. y E. Pacheco. 2005. Características químicas, físicas y tecnológicas de la harina y el almidón nativo aislado de *Ipomeas batatas*. Acta Cient. Venez. 56: 12-20.
- Quirien, E., D. Ress y J. Aked. 2003. Sensory characteristics of five sweet potato cultivars and their changes during storage under tropical conditions. Food Qual. Pref. 14(1): 673-680.

- Rangel, D., J. Siller, J. Díaz y B. Valdéz. 2011. Efecto de las condiciones de almacenamiento y el encerado en el estatus hídrico y la calidad poscosecha de pepino de mesa. *Rev. Mundo Alimentario* 7:19-27
- Segura, A., D. Saborío y M. Sáenz. 2003. Algunas normas de calidad en raíces y tubérculos tropicales de exportación de costa rica. *Agron. Costarricense* 27(1):49-61
- Seminario, J., M. Valderrama, I. y Manrique. 2003. El Yacón: Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa (CIP). Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima-Perú. 60p.
- Tapia, M. 2001. Origen y domesticación de las especies alimenticias en la región andina. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). Santiago de Chile. 32 p.
- Tique, J., B. Chaves y J. Zurita. 2009. Evaluación agronómica de diez clones promisorios CIP y dos materiales nativos de *Ipomoea batatas* L. *Agron. Colomb.* 27(2), 151-158.
- Techeira, N., L. Sívólim, B. Perdomo, A. Ramírez y F. Sosa. 2014. Caracterización físicoquímica, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), batata (*Ipomoea batatas* Lam) y ñame (*Dioscorea alata*), cultivadas en Venezuela. *Interciencia* 39(3):191-197
- USAID.2007. Boletín técnico de postcosecha: Manejo postcosecha de camote "Bush buck". USAID-RED. La Lima, Cortes, Honduras. 6p.
- Villafañe, R. 1998. Efectos de déficit hídricos sobre el rendimiento y calidad de la batata (*Ipomea batatas* (L.)). *Rev. Agron.Trop.* 48(4):489-500.
-