

# CARACTERIZACIÓN POSTCOSECHA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA BATATA (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb.) VARIEDAD TOPERA<sup>1</sup>

*Auris Damely García-Méndez*<sup>2</sup>, *Maiby Yolanda Pérez-Darniz*<sup>3</sup>, *Audry Antonietta García-Méndez*<sup>4</sup>,  
*Petra Mariela Madriz-Iztúriz*<sup>5</sup>

## RESUMEN

**Caracterización postcosecha y composición química de la batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb.) variedad Topera.** El objetivo de este trabajo fue caracterizar la composición química y calidad postcosecha de la batata variedad Topera proveniente de una producción semi-mecanizada con buenas prácticas agrícolas (BPA). El estudio se realizó en el Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas y Bioquímica de Alimentos de la Facultad de Agronomía (FAGRO) de la Universidad Central de Venezuela (UCV) durante el año 2014. La metodología permitió determinar algunas características físicas, texturales y composición química por los métodos de AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Se obtuvieron batatas con un menor coeficiente de variabilidad en el peso (CV: 20,12%), forma (CV: 5,63%) y tamaño (CV: 12,80%). Esta respuesta permitió establecer tres categorías de calidad con una baja incidencia de defectos (2,15%) y daños físico-mecánicos (30,25%), esta última asociada a la alta resistencia del material (6,25+0,05 kgf/mm). Las batatas presentaron contenidos de azúcares reductores de 9,88%, fibra de 6,19% y proteína de 4,13%; estas características nutricionales sugieren su uso como suplemento alimenticio. La producción semi-mecanizada con la implementación de las técnicas de las BPA, permitió obtener batatas con características de importancia para la agroindustria procesadora de alimentos IV Gama y, a nivel del consumidor, con una calidad física homogénea.

**Palabras clave:** raíces tuberosas, boniato, manejo tuberosas, reología tuberosas, calidad de camote.

## ABSTRACT

**Postharvest characterization and chemical composition of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb.) Topera variety.** The objective of this work was to characterize the chemical composition and the postharvest quality of sweet potato Topera variety from a semi-mechanized production with Good Agricultural Practices (GAP). The study was conducted at the Laboratory of Primary Processing of Agricultural Products and Food Biochemistry of the Faculty of Agronomy (FAGRO) at the Central University of Venezuela (UCV) in 2014. The methodology allowed to determine some physical and textural characteristics, as well as the chemical composition using the AOAC methods (Association of Official Analytical Chemists). Sweet potatoes with a lower coefficient of weight variability (CV: 20.12%), form (CV: 5.63%), and size (CV: 12.80%) were obtained. This response allowed to establish three categories of quality with a low incidence of defects (2.15%) and physical-mechanical damage (30.25%), the latter is associated to the high resistance of the material (6.25+0.05 Kgf/mm). Sweet potatoes presented 9.88% of reducing sugars, 6.19% fiber, and 4.13% of protein; these nutritional characteristics suggest its use as a food supplement. The semi-mechanized production with the implementation of the BPA techniques allowed to obtain sweet potatoes with important features for the food processing agribusiness IV Gama and, at the level of the consumer, with a homogeneous physical quality.

**Keywords:** tuberous roots, sweet potato, tuberous management, tuberous rheology, sweet potato quality.

<sup>1</sup> Recibido: 7 de octubre, 2015. Aceptado: 7 de enero, 2016. Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto de investigación N° PG01447499-09 financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la Universidad Central de Venezuela (UCV) Facultad de Agronomía (FAGRO). Núcleo Maracay, estado Aragua, Venezuela.

<sup>2</sup> UCV-FAGRO, Instituto de Ingeniería Agrícola, Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas-estado Aragua, Venezuela. Código postal 2105. aurisgarcia@hotmail.com (Autor para correspondencia).

<sup>3</sup> UCV-FAGRO, Instituto de Ingeniería Agrícola, Laboratorio de Labranza, estado Aragua, Venezuela. Código postal 2105. maibyo1@hotmail.com

<sup>4</sup> UCV-FAGRO, Instituto de Ingeniería Agrícola Laboratorio de Edafología, estado Aragua, Venezuela. Código postal 2105. garciaaudry@gmail.com

<sup>5</sup> UCV-FAGRO, Instituto de Ingeniería Agrícola Laboratorio de Raíces y Tubérculos, estado Aragua, Venezuela. Código postal 2105. petra.madriz@gmail.com



## INTRODUCCIÓN

La especie *Ipomoea batatas* (L.) Lamb., conocida como batata, papa dulce, camote o boniato es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia Convolvulaceae, perenne y herbácea de tallos rastreros, originaria de la zona tropical de América (Fuenmayor et al., 2004; Pérez y Pacheco, 2005; Yildirim et al., 2011). Es una planta de tipo alopoliploide, tiene un número básico de cromosomas  $X=15$ , es hexaploide  $2n=6X=90$ , generalmente es autoincompatible y la mayoría de sus caracteres son de herencia cuantitativa y de baja heredabilidad (Tique et al., 2009). Este cultivo pertenece al grupo de “raíces y tubérculos” o “cultivos tuberosos”, y del mismo se conocen alrededor de 53 variedades, entre ellas la Topera de importancia comercial para el consumo fresco, animal y agroindustrial en Venezuela (Fuenmayor et al., 2004; Balza et al., 2011; Díaz et al., 2013; Techeira et al., 2014).

La batata se adapta a diferentes zonas venezolanas, donde predominen los suelos sueltos, porosos y con buen drenaje. La siembra se concentra en pequeñas superficies (menor a 5-6 ha), con bajos niveles de aplicación de tecnología (sistema convencional), aunque en otras zonas se cultivan hasta 200 hectáreas por el interés comercial, incorporando un sistema de producción semi-mecanizado a totalmente mecanizado (Mora y Rojas, 2007; Abarca y Bernabé, 2010). La planificación de la siembra en ambos casos, se realiza para la época de entradas de lluvia. El ciclo vegetativo es corto, de tres a seis meses según la variedad. La cosecha, se realiza de forma manual, pero en las áreas de mayor extensión tiende a ser semi-mecanizada o totalmente mecanizada (Abarca y Bernabé, 2010; Gámez et al., 2011; Olivet et al., 2012). Los rendimientos varían en un promedio de 20 a 60 t/ha. Es de señalar que, aunque la producción se centra en pocas superficies del área agrícola nacional, esta podría llegar a ocupar un lugar de importancia para la agroindustria, no solo por los aportes nutricionales, sino también por el alto contenido de almidón, considerado ideal para la obtención de harinas de uso alimentario (Fuenmayor et al., 2004; Pérez y Pacheco, 2005; Sangronis et al., 2006; Mora y Rojas, 2007; Salazar et al., 2010; Techeira et al., 2014).

Desde el punto de vista de los tratamientos postcosecha en campo, el curado por exposición de las raíces tuberosas al sol antes del empaquetado y transporte, en

muchos sistemas de producción extensivo, no se realiza. Sin embargo, esta labor es importante para eliminar exceso de agua superficial y promover la cicatrización, lo cual reduce los daños y la pérdida de la buena calidad comercial de la batata fresca durante el manejo y el almacenamiento prolongado (Zaccari et al., 2007; Chacón y Reyes, 2009; Lardizabal y Medicott, 2010; Mamani, 2011; García et al., 2014).

La parte de interés para la alimentación humana de este cultivo son las raíces reservantes, las cuales se presentan de color blanco, amarillo o anaranjado según la variedad, pero en común todas aportan un alto valor nutricional (proteína hasta 10%, vitamina A, E, C y ácido fólico, sales minerales como el calcio, el hierro y el fósforo) y energético (carbohidratos solubles e insolubles: 30-70%) (Rodríguez, 2008) Estas propiedades resultan comparables con las que presentan los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) y otras raíces tuberosas (Fuenmayor et al., 2004; Sangronis et al., 2006; Montes et al., 2010; Castro, 2011; Martí et al., 2011). Por ello surge el interés del Instituto Nacional de Nutrición (INN) y del sector agroindustrial en el uso de la batata y su promoción como productos de la IV Gama, harinas, almidones, chips o snacks (González y García, 2015). Para tales fines, la agroindustria ha sugerido la utilización de batatas de formas redondeadas, redondas elípticas, elípticas, ovadas u obovadas de tamaños medianos a pequeños con peridermis o piel lisa, entre otras características fisicoquímicas, por favorecer la obtención de los mayores rendimientos durante su transformación empleando la maquinaria para el procesamiento de la papa (Morales, 2008; Hasbún et al., 2009; Ramos et al., 2012; Martí et al., 2014).

En referencia a la calidad postcosecha de la batata, esta se establece en función a la preferencia de los consumidores para su uso y preparación culinaria (fritura, cocción, entre otras) a partir de una raíz reservante entera, libre de daños y con características físicas de peso, forma, color y textura, de conveniencia para el consumo. Sin descartar la importancia de la composición química (contenido de azúcares totales, almidón proteína, entre otras), nutricional y organoléptica, como indicadores de la calidad global y de la potencialidad que estos tengan para el uso agroindustrial (Zaccari et al., 2007; Tique et al., 2009; Vargas y Hernández, 2013; Yépez y Estévez, 2014).

En este sentido, la buena calidad global, según algunos autores (IDIAF, 2009; INIAP, 2010), se logra

cuando la producción del cultivo se encuentra bajo los principios de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), cuyo objetivo va dirigido a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción, controlando los problemas de campo que incidan en la obtención de alimentos inocuos y saludables. Esto con la finalidad de garantizar la comercialización hacia los mercados exigentes con una buena calidad postcosecha (IDIAF, 2009; Cusumano y Zamudio, 2013; Gauna y Zequeira, 2014). Dadas estas premisas, se planteó como objetivo de esta investigación caracterizar la composición química y calidad postcosecha de la batata variedad Topera proveniente de una producción semi-mecanizada con buenas prácticas agrícolas (BPA).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante el año 2014 en el Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas del Instituto de Ingeniería Agrícola y en el Laboratorio de Bioquímica de Alimentos del Instituto de Química y Tecnología de la Facultad de Agronomía (FAGRO) en la Universidad Central de Venezuela (UCV), núcleo Maracay, estado Aragua- Venezuela, con el financiamiento del Consejo de Desarrollo Científico y Tecnológico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV).

El material en estudio correspondió a las raíces reservantes de batata de la variedad Topera (pulpa blanca), provenientes de un trabajo de investigación realizado en el Campo Experimental de Ingeniería Agrícola, durante el periodo de secado del año 2014. El ciclo del cultivo fue de 120 días. Este campo experimental correspondió a una zona ubicada en la región central del país, caracterizada por un clima de bosque seco tropical, con suelo de texturas franco arenosa, franco limosa y franca, ubicada en las coordenadas de latitud 10° 15' 6" N y longitud 67° 36' 5" O, a una altitud de 436 msnm, con una temperatura promedio anual de 25 °C, precipitación de 1038 mm y evapotranspiración de 2064 mm.

El área de ensayo (554,4 m<sup>2</sup> subdividido para las repeticiones en unidades experimentales de 24 m<sup>2</sup>) fue preparada con el uso de la técnica de labranza con arado de disco y cincel a 23 y 18 cm de profundidad respectivamente, más tres pases de rastra, estableciéndose surcos a 0,825 m de distancia con una surcadora de tres puntas acorazonadas. La densidad

de siembra fue de 48 500 plantas/ha (0,25 cm entre la hilera de plantas), establecida por una siembra manual con bejucos de 20 cm aproximadamente. Para el establecimiento y mantenimiento del cultivo hasta la cosecha, se siguieron las técnicas de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), con énfasis en el control de fertilización, riego suplementario para el inicio del establecimiento del cultivo, control de malezas, plagas y enfermedades, siguiendo las recomendaciones de Cusumano y Zamudio (2013).

La toma de muestras para la caracterización postcosecha y determinación de la composición química de las batata frescas, se realizó siguiendo la norma COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales) N° 1769-81, de toma de muestra, referido al plan de muestreo global reducido, con la que se estableció analizar cuatro lotes de 45-50 kg, con los cuales se prepararon diez muestras de cuatro kilos cada uno por cuadruplicado, representando un total de cuarenta muestras. Las muestras fueron mantenidas en condiciones de ambiente con aire acondicionado de laboratorio (24 ± 2°C y 68 ± 3 %HR) Los datos obtenidos de los distintos ensayos se sometieron a las pruebas estadísticas descriptivas, análisis de varianza y prueba de comparación de media, evaluadas para un nivel de confianza del 95% ( $\alpha$ : 0,05), bajo un diseño completamente aleatorizado (Montgomery, 2010). Para realizar los análisis se utilizó el programa computarizado de Statistix con un soporte técnico de Windows 2007.

### Caracterización postcosecha

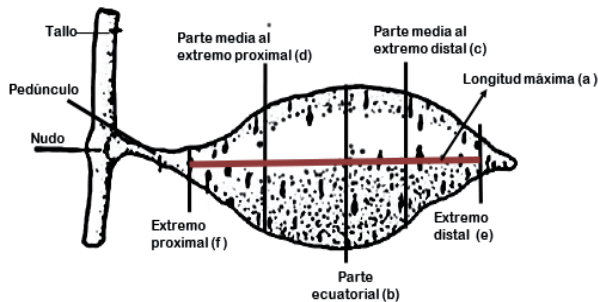
#### *Características físicas*

Se midieron por cuadruplicado las siguientes variables:

El peso fresco se obtuvo con una balanza gravimétrica, calibrada con una precisión de ± 0,01 g. Los resultados se expresaron en gramos (g) (Flores, 2000; García y Pacheco, 2008; Palomino et al., 2010).

La forma se obtuvo a partir de la proyección longitudinal del producto sobre el papel milimetrado, comparando estas con las formas descritas por García y Pacheco (2008); estas adicionalmente fueron avaladas con las determinaciones del índice de curvatura, calculando el índice elipsoidal (IE) para cuerpos fusiformes alargados, característicos de la forma de

la raíz tuberosa, usando las medidas de longitud en centímetros (cm) como se indica en la Figura 1 y aplicando la siguiente ecuación:  $IE = (a * e * c)^{1/3} * (b + f)^{-1}$  e índice de redondez a partir de la relación del área del producto con respecto al área del círculo que lo circunscribe (García y Pacheco, 2008).



**Figura 1.** Partes de la raíz reservante de la batata empleada en las mediciones de tamaño. Fuente: García y Pacheco (2008).

**Figure 1.** Parts of the sweet potato tuberous root used in the measurements of size. Source: García and Pacheco (2008).

El tamaño se determinó con base en algunas medidas de la posición longitudinal y transversal del producto sobre el papel milimetrado en centímetros (Figura 1). Las variables medidas fueron: a) longitud máxima desde el extremo proximal del tallo al extremo distal b) diámetro de la parte media del extremo proximal al tallo, c) diámetro del extremo distal, d) diámetro de la parte media al extremo proximal a la zona ecuatorial, e) diámetro de la parte ecuatorial y f) diámetro de la parte media al extremo distal. Además, se midió el área del producto ( $\text{cm}^2$ ) (García y Pacheco, 2008; Palomino et al., 2010).

El tipo de daño y defecto se obtuvo del peso (kg) de las raíces tuberosas con defectos y daños por separado, con respecto al lote y el área afectada en el producto por tipo de daño. Para este último se proyectó sobre papel milimetrado el producto, estimando la parte dañada en función al área total, los resultados se expresaron en porcentaje (Segura et al., 2003; García y Pacheco, 2008).

### Características texturales

La resistencia físico-mecánica se determinó con el penetrómetro manual modelo Chatillon, usando 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 peridermis y en trozos de 3x3 cm sin presencia de la peridermis. La fuerza máxima de resistencia físico-mecánica fue dada al manifestarse el punto de rotura en el tejido. Las mediciones se hicieron por triplicado y los resultados se expresaron en kilogramos fuerza (kgf) por milímetros (mm) de deformación (García y Pacheco, 2008). De la misma forma se midió la textura apta del tejido para su consumo. Previamente estos trozos se sometieron, por inmersión en agua, a la temperatura de ebullición a presión atmosférica durante el tiempo indicativo de su ablandamiento, como resultado se indicó la resistencia físico-mecánica para ese tiempo de cocción (minutos) (García y Pacheco, 2007a).

En la composición química las determinaciones se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron en gramos por cada 100 gramos en base seca ( $\text{g}/100\text{gb.s}$ ). Las mismas fueron realizadas según los protocolos de la AOAC (1990): a) contenido de humedad y por diferencia el contenido de materia seca (925.09) b) proteína (979.09), c) cenizas totales (923.03), d) grasa (920.39), e) azúcares totales y reductores (925.36) y f) fibra dietética (985.29). El almidón se cuantificó por el método multienzimático de Holm et al. (1986) y los taninos de acuerdo con Kaluza et al. (1980), usando el reactivo de Folin Ciocalteu.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización postcosecha

El peso fresco promedio de las batatas, indicó la existencia de un menor grado de variabilidad de este parámetro, debido al bajo coeficiente de variación (20,12%, Cuadro 1). Este resultado se consideró favorable dentro de los criterios de calidad comercial, al compararlo con los pesos reportados para batatas en siembras convencionales, donde predomina una alta variación (40% o más) (Tique et al., 2009;

**Cuadro 1.** Peso fresco (g) de las raíces reservantes de batata en estado fresco. Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas- Facultad de Agronomía-Universidad Central de Venezuela. 2014.

**Table 1.** Fresh weight (g) of fresh sweet potato roots . Laboratory of Primary Processing of Agricultural Products-Faculty of Agronomy-Central University of Venezuela. 2014.

Características	Valores	Intervalos de peso (g)					
		Categorías de interés comercial			Categorías para otros usos		
Peso fresco (g)	359,45 ± 72,33						
Peso mínimo-máximo (g)	200,00 - 920,00						
Coefficiente de variación (%)	20,12						
Intervalos del peso fresco (g)		200-339 340-478	340-478 479-617	479-617 200-339	618-756	757- 895	896-1034
Frecuencia (%)		58,70 13,20	24,10 58,70	13,20 24,10	1,60	1,30	1,10
Categorías		I	II	III	IV	V	VI

Valor promedio ± desviación estándar / Average value ± standard deviation.

Yépez y Estévez, 2014). Es de resaltar, que aunque la variabilidad del peso fresco es una característica intrínseca del material vegetal, así como de la variedad, condiciones climáticas, prácticas agronómicas, forma de crecimiento de la raíz reservante en un determinado tipo de suelo, la misma afecta la aceptabilidad y la preferencia de los consumidores.

La tendencia homogénea del peso dentro del lote, fue atribuida al efecto de la distancia de siembra reducida establecida entre plantas (15 a 25 cm). Esta aseveración se sustenta en experiencias con algunas raíces y tubérculos cultivadas a distancias reducidas (10-25 cm entre plantas), donde se ha explicado que este modelo de producción, además de aumentar la densidad poblacional, influye significativamente en el crecimiento de la raíz tuberosa, afectando el peso, tamaño (engrosamiento y elongación de la raíz reservante) y la máxima acumulación de las sustancias de reserva (Zero y Lima, 2005; Rós et al., 2013; Castillo et al., 2014).

Al aplicar el análisis de la prueba de frecuencia a los resultados del peso fresco, se determinó la existencia de tres principales categorías de calidad (I, II y III), que se ubicaron en el intervalo de pesos intermedios que tienden a ser de interés comercial, tanto para el consumo fresco como agroindustrial. Además se encontraron otras tres categorías (IV, V y VI), pertenecientes al grupo de batatas de mayor

peso (618 a 1034 g), por ello, se consideraron más adecuadas para obtener altos rendimientos en harinas o almidones (Cuadro 1).

Con respecto a las tres primeras categorías de peso, se consideró que estas podrían ser de aceptación por los consumidores en general, al tomar en cuenta que las actuales tendencias de los mercados van dirigidas al consumo de raíces y tubérculos de pesos livianos a medios, ya que estos representan un menor aporte calórico y una mayor digestibilidad (Caballo et al., 2006; Tique et al., 2009; Vargas y Hernández, 2013).

Al analizar el tamaño se encontró que las mediciones básicas de largo (longitud máxima) y ancho (diámetro ecuatorial o diámetro mayor) tiendieron a una menor variabilidad, con respecto a las producciones de batata por el método convencional, donde la siembra entre plantas es entre 30 a 35 cm, por originar raíces delgadas, alargadas, gruesas entre otras (14 a 25 cm longitud y 5 a 12 cm ancho), que se consideran de tamaños muy desuniformes en su desarrollo (CV: >40%) (Simoza y Sánchez, 2003; Beraldo et al., 2012; Tinedo et al., 2015). Sin embargo, al comparar los resultados obtenidos de los cuatro lotes en estudio con la norma propuesta por Segura et al. (2003) para definir la calidad de algunos tubérculos, se encontró que estas batatas presentaron un coeficiente de variación superior al valor máximo del 10% de aceptación en sus mediciones de la longitud (a) y

diámetro (b) dentro de un lote (Cuadro 2). Aunque estos promedios de tamaño, fueron similares a los reportados por Yépez y Estévez (2014) en muestras de batatas obtenidas en condiciones parecidas de siembra, pero en un morfotipo amarillo. Sin embargo, esta tendencia se consideró deseable para establecer una propuesta comercial de batatas para el consumo directo, donde los consumidores buscan raíces de tamaños medianos con formas poco irregulares.

Es importante mencionar que tanto el tamaño como el peso de estas tuberosas, representan indicadores de la calidad comercial, que normalmente son utilizados para estandarizar el empaque y satisfacer las preferencias de los consumidores. De aquí el interés de que exista la menor variación de las mismas al seleccionar y clasificar el producto para los fines de comercialización (Castillo et al., 2014). Aunque se entiende que estas variables son una característica intrínseca del modelo de crecimiento y desarrollo de las raíces, la variabilidad genética sobre estos parámetros físicos depende de la adaptación a los modelos de siembra, condiciones ambientales

(sequía, humedad, salinidad, tipo de suelo) y manejo agronómico (Tique et al., 2009; Castillo et al., 2014).

El índice de curvatura (Cuadro 3) permitió determinar dos formas predominantes en las raíces tuberosas en estudio: a) la primera elíptica, definida por el alto valor del índice elipsoidal (0,71), pero que por presentar cambios a fusiforme en su parte distal, se denominó elíptica fusiforme, y b) redondeada (índice de redondez: 0,89), con una mayor relación de las dimensiones del diámetro ecuatorial, estableciendo la forma como redondeada globosa. Adicionalmente, se encontró en algunas raíces reservantes otras formas del tipo redondeadas desiguales y ovaladas globosas fusiformes en la parte distal (Figura 2).

### Característica texturales determinadas por la resistencia físico-mecánica

Con referencia a la resistencia físico-mecánica (Cuadro 4), no existió diferencias estadísticamente significativas entre las muestras con y sin peridermis (6,25 kgf), siendo estos valores promedio considerados

**Cuadro 2.** Características del tamaño de la batata fresca. Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas-Facultad de Agronomía-Universidad Central de Venezuela. 2014.

**Table 2.** Size characteristics of fresh sweet potato. Laboratory of Primary Processing of Agricultural Products-Faculty of Agronomy-Central University of Venezuela. 2014.

Variables del tamaño de las raíces reservantes de batata	Valor estadístico	Valores (cm)
Longitud máxima medido del extremo proximal del tallo al extremo distal (cm) (a)	Media %cv	15,97 ± 1,93 12,08
Diámetro de la parte media del extremo proximal al tallo (cm) (b)	Media %cv	5,53 ± 0,66 11,93
Diámetro del extremo distal (cm) (c)	Media %cv	5,15 ± 1,51 29,32
Diámetro de la parte media al extremo proximal a la zona ecuatorial (cm) (d)	Media %cv	7,26 ± 2,03 27,96
Diámetro de la parte ecuatorial (cm)(e)	Media %cv	8,60 ± 2,37 27,53
Diámetro de la parte media al extremo distal (cm) (f)	Media %cv	10,89 ± 2,45 22,49
Área del producto (cm <sup>2</sup> )	Media %cv	113,56 ± 1,55 13,64

N: 4 lotes.

Valor promedio ± desviación estándar / Average value ± standard deviation.

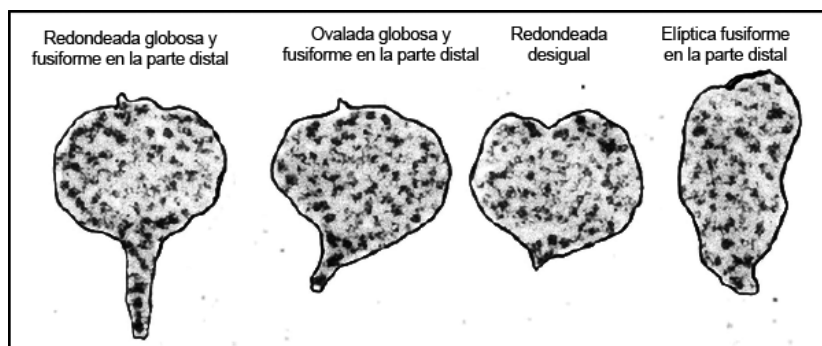
%cv: % coeficiente de variación / %cv: % coefficient of variation.

**Cuadro 3.** Índice de curvatura y formas de las raíces reservantes de batata en estado fresco. Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 2014.

**Table 3.** Curvatures index and shape of fresh sweet potato roots. Laboratory of primary processing of agricultural products, Faculty of Agronomy, Central University of Venezuela. 2014.

Índice de curvatura y formas	Valores promedio
Índice elipsoidal	0,71 + 0,04
% CV	5,63 + 0,03
Definición de la forma	Elíptica fusiforme en la parte distal
Índice de redondez	0,89 + 0,05
% CV	5,62 + 0,02
Definición de la forma	Redondeada globosa fusiforme en la parte distal
Otras formas encontradas	Redondeadas desiguales y ovaladas globosas ambas fusiformes en la parte distal

Valor promedio + desviación estándar, CV: coeficiente de variación / Average value + standard deviation, CV: coefficient of variation.



**Figura 2.** Formas de la raíz de reserva encontradas en los lotes de estudio de batatas. Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas- Facultad de Agronomía-Universidad Central de Venezuela. 2014.

**Figure 2.** Shapes of the root found in the sweet potato batches of study. Laboratory of Primary Processing of Agricultural Products -Faculty of Agronomy-Central University of Venezuela. 2014.

altos e indicativos de un tejido resistente al manejo y adecuado para su comercialización en fresco. Este resultado del valor textural, es una variable práctica que sirve como indicador para definir el momento oportuno de la cosecha de la batata en estudio. Esto por considerar su relación con el índice de madurez, que refleja el máximo crecimiento y desarrollo

característico de la variedad de una raíz tuberosa, que coincide con la máxima acumulación de materia seca (Segura et al., 2003).

La resistencia textural se vincula con la calidad culinaria, es decir, con el tiempo de cocción requerido para que el tejido alcance el ablandamiento para su consumo directo. Al respecto, el tiempo promedio

**Cuadro 4.** Resistencia textural (kgf) de raíces de batata. Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 2014.

**Table 4.** Textural resistance (kgf/mm) of sweet potato roots. Laboratory of Primary Processing of Agricultural Products, Faculty of Agronomy, Central University of Venezuela. 2014.

Resistencia físico-mecánica	Valores promedio*
Textura en el tejido con peridermis (kgf)	6,25 ± 0,05 <sup>a</sup>
Textura en el tejido sin peridermis (kgf)	6,25 ± 0,04 <sup>a</sup>
Tiempo de cocción de trozos sin peridermis hasta el ablandamiento del tejido para el consumo directo	13,10 ± 1,0

\* Lectura en el punto de ruptura. Letras iguales en una fila indican inexistencia de diferencias significativas entre las muestras ( $p>0,05$ ) / Reading in the breaking point. Equal letters in a row indicate lack of significant differences between the samples ( $p>0,05$ ).

de ablandamiento fue de 13,10 minutos (Cuadro 4), siendo ideal para los consumidores que buscan alimentos de fácil y rápida preparación.

En referencia a los daños (Cuadro 5), estos se clasificaron como daños físico-mecánicos, por la presencia de áreas cortadas poco profundas, despuntes, rajaduras ligeramente profundas y abrasiones superficiales (Figura 3). Estos daños fueron originados por el uso de las herramientas de cosecha manual, en conjunto con los originados durante la

**Cuadro 5.** Porcentaje (%) de daños físico-mecánicos en las raíces reservantes de batata. Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 2014.

**Table 5.** Percentage (%) of physical-mechanical damage in sweet potato roots. Laboratory of Primary Processing of Agricultural Products, Faculty of Agronomy, Central University of Venezuela. 2014.

Daños físico-mecánicos	Porcentaje (%)
Abrasiones superficiales	11,3 ± 2,33
Áreas cortadas poco profundas	4,55 ± 0,78
Despuntes	8,00 ± 1,02
Rajaduras ligeramente profundas	6,00 ± 0,38
Sub-total	29,85 ± 1,22
<b>Daños por microorganismos</b>	
Pudrición blanda y acuosa	0,40 ± 0,02
Total de daños	30,25 ± 0,91
Defectos	
Formas no típicas de la raíces reservantes	2,15 ± 1,10

labor de extracción de las raíces tuberosas con la cultivadora (charruga), a excepción de las abrasiones que se atribuyó a la fricción que provoca la unidad de empaque (saco de material sintético) sobre la piel lisa y turgente de las batatas, durante el manejo. Otro daño observado en una baja relación porcentual (0,4%), fue la presencia de pudrición blanda y acuosa, causada por microorganismos, debido al exceso de humedad en una



**Figura 3.** Tipos de daños físico-mecánico comunes en las raíces reservantes de batata. Observe las áreas sin sombreado. Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 2014.

**Figure 3.** Types of physical-mechanical damage common the roots of sweet potato. Notice the unshaded areas. Laboratory of Primary Processing of Agricultural Products, Faculty of Agronomy, Central University of Venezuela. 2014.



parte del área del campo, la cual no se extendió por el seguimiento y control de las BPA sobre el cultivo, al nivelar el área afectada para evitar el aguachinamiento, y por la eliminación de raíces con pudriciones para evitar los problemas sanitarios en el material.

Adicionalmente, se encontraron defectos en los lotes cosechados de batata (Figura 4), relacionados con la presencia de formas no predominantes o atípicas de la variedad de batata en estudio, pero en una baja proporción (2,15%). Sin embargo, se consideró que los daños y defectos, son comunes de encontrar en toda cosecha de raíces y tubérculos, representando pérdidas físicas y económicas para el productor (rechazo a nivel comercial), siendo mayores en sistemas de producción donde no se aplican las BPA (García y Pacheco, 2007b; García y Pacheco, 2008; Chacón y Reyes, 2009).



**Figura 4.** Diferentes defectos en las raíces reservantes de batata: Formas no típicas. Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 2014.

**Figure 4.** Different defects of sweet potato roots: not typical forms. Laboratory of Primary Processing of Agricultural Products, Faculty of Agronomy, Central University of Venezuela. 2014.

Al comparar los valores promedio del Cuadro 5, con los niveles de tolerancias de las normas de calidad para la comercialización de algunas raíces tuberosas,

se encontró que el material en estudio estuvo fuera de las especificaciones de aceptación comercial de hasta 1% de daños por pudrición, 5% de daños severos de tipo físico-mecánico (rajaduras, cortes, despuntes y abrasiones) y 10% de daños totales (suma de los daños por pudrición y físico-mecánicos) (Segura et al., 2003). Estos resultados conllevaron a proponer el diseño de implementos agrícolas más adaptados al cultivo de la batata, que usar indistintamente los existentes para yuca (*Manihot esculenta*) o papa (*Solanum tuberosum*), con la finalidad de reducir las pérdidas postcosecha, aumentar la disponibilidad de raíces tuberosas enteras sanas y satisfacer las exigentes del mercado.

#### Composición química proximal de las raíces tuberosas en estudio

En la composición química (Cuadro 6), se encontró un alto contenido de humedad (71,61 g/100 g), similar al reportado en variedades de batata y otras raíces y tubérculos (65 a 80%). Estos valores promedios son indicativos de un rubro perecedero, susceptible a los daños por microorganismos, manejos inadecuados y a la rápida deshidratación de encontrarse en ambientes inapropiados (García y Pacheco, 2007a; García y Pacheco, 2008; Roquel, 2008; Salazar et al., 2010; González et al., 2015; Waluyo et al., 2015). De manera que las batatas recién cosechadas, requieren ser conservadas en lugares frescos, aireados y secos o en refrigeración (7-13 °C y 85-95% HR), para disminuir su alta tasa metabólica (tasa respiratoria y transpiración) y mantener la buena calidad de consumo por un tiempo determinado (García y Pacheco, 2007a; Mora y Rojas, 2007; García et al., 2014).

Hubo un contenido promedio alto en la materia seca (28,39 g/100g), que para la agroindustria representa un índice adecuado (superior al 20%) en la elaboración de chips y harinas, siendo por esto utilizado para establecer el momento oportuno de cosecha en raíces y tubérculos (Alvis et al., 2009; Seidu et al., 2012; Vázquez et al., 2012; Oyebanji et al., 2013; Durán y Rojas, 2013; Waluyo et al., 2015). Sin embargo, estos contenidos pueden variar, de acuerdo con las características genéticas del cultivar, sistema de producción agrícola seleccionado (densidad de plantas, características de los suelo) y prácticas de manejo agronómico, siendo ideal aplicar

**Cuadro 6.** Composición química de las raíces reservantes de batata en estado fresco. Laboratorio de Bioquímica de Alimentos del Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía en la Universidad Central de Venezuela. 2014.

**Table 6.** Chemical composition of fresh sweet potato roots. Laboratory of Biochemistry at the Institute of Food Chemistry and Technology, Faculty of Agronomy. Central University of Venezuela. 2014.

Composición química (g/100 g)*	Valores promedio	Composición química (g/100 g)*	Valores promedio
Humedad	71,61±0,03	Almidón	71,89±0,06
Materia seca	28,39±0,02	Azúcares totales	14,83±0,02
Cenizas totales	1,53±0,01	Azúcares reductores	9,88±0,02
Grasa	1,02±0,01	Fibra dietaria	6,19±0,01
Proteína	4,13±0,01	Taninos	0,41±0,01

\*Base seca. Letras iguales en una fila indican la inexistencia de diferencias significativas entre las muestras ( $p>0,05$ ) / Dry basis. Equal letters in a row indicate lack of significant differences between the samples ( $p>0,05$ ).

las BPA (Pérez y Pacheco, 2005; Zaccari et al., 2007; Hernández et al., 2008; Montes et al., 2010; Zaccari et al., 2012; Rós et al., 2013; Castillo et al., 2014; Gauna y Zequeira, 2014).

Con relación al contenido de cenizas, se obtuvo un valor promedio de 1,53g/100 g, lo que refleja un buen aporte de minerales como fuente aprovechable para la dieta humana, mientras el contenido de grasa promedio fue de 1,02 g/100 g. Estos resultados fueron similares a los encontrados por Pérez y Pacheco (2005), Sangronis et al. (2006), Yadav et al. (2006) y Martí et al. (2011), quienes explicaron que ambos componentes siempre se encuentran en una baja proporción en la mayoría de las raíces y tubérculos.

Los niveles de proteínas fueron considerados altos (4,13 g/100 g) y dentro del intervalo reportado por varios autores, que señalan valores promedios entre 3,73 a 10,01 g/100 g para algunas especies de raíces y tubérculos cultivadas en la región andina, incluyendo a la batata (Pérez y Pacheco, 2005; Zaccari et al., 2007; Montes et al., 2010; Martí, 2012; Techeira et al., 2014; Yépez y Estévez, 2014). Dado este contenido, se realza la importancia nutricional y la potencialidad de uso en formulaciones de alimentos, considerando que adicionalmente son fuente amilácea y poseen características sensoriales agradables (Silva et al., 2011; Ferreira et al., 2012; González et al., 2015).

Con respecto al almidón, este representó un macronutriente (71,89 g/100 g), su contenido se

encontró en el intervalo reportado para raíces y tubérculos (45-80%). Sin embargo, puede variar por efecto de las características genéticas, adaptabilidad a las condiciones edafo-climáticas de la región donde se cultiven, entre otros factores asociados a la domesticación de la especie. Pero su alta proporción en la composición química, permite clasificar a las batatas como una fuente amilácea de importancia comercial (Pérez, 2007; Vaz et al., 2009; Palomino et al., 2010; Barnes y Sanders, 2012; Ferreira et al., 2012; Zaccari et al., 2012; De Oliveira et al., 2013; Vargas y Hernández, 2013; Techeira et al., 2014).

Los azúcares totales y reductores, tuvieron promedios altos (14,83 y 9,88 g/100 g), pero estos valores tienden a variar con la época de cosecha. Su máxima acumulación durante la fase de tuberización y madurez fisiológica, depende de las condiciones edafo-climáticas (Pérez, 2007; De Oliveira et al., 2013; Techeira et al., 2014). Es importante mencionar, que esta raíz tuberosa presenta un contenido importante de fructo-oligosacáridos (Madrigal y Sangronis, 2007; Jiménez y Sammán, 2014) del tipo inulina (compuesto de bajo valor calórico (1-3 kcal/g), de relevante interés tecnológico (alto poder edulcorante) y para la salud, por su efecto favorable en la disminución de los niveles de colesterol y triglicéridos en la sangre de personas de mediana edad (Ludvik et al., 2004; Madrigal y Sangronis, 2007; Martí et al., 2011; Martí et al., 2014).

Con respecto a la fibra dietaria, esta presentó un alto contenido promedio (6,19 g/100 g), que se ubicó en el intervalo de 7,33 a 9,80 g/100 g, indicado para variedades de batata cultivadas en la región andina, y entre 2,16 a 10,4 g/100 g reportado para raíces y tubérculos (Pérez y Pacheco, 2005; Sangronis et al., 2006; Vargas y Hernández, 2013; González et al., 2015). Este componente incrementa la potencialidad del consumo de la batata y su uso en la formulación de alimentos, por el reconocido beneficio que aportan las fibras a la salud (Molina y Martín, 2007; Fernandes et al., 2008; Serrano et al., 2011; Puerta, 2012).

En relación a los taninos, su contenido fue bajo (0,41 g/100 g), pero su presencia representa un valor relevante para la salud como un compuesto antioxidante (Rodríguez et al., 2007; Padilla et al., 2008; Vargas y Hernández, 2013).

## AGRADECIMIENTOS

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

## LITERATURA CITADA

- Abarca, O., y M. Bernabé. 2010. Proyección de la demanda de tierras agrícolas en Venezuela, a partir del análisis de las necesidades alimentarias al año 2020. *Agron. Trop.* 60:5-22.
- Alvis, A., L. Cortés, y M. Páez. 2009. Transferencia de calor y materia durante la fritura de trozos de ñame (*Dioscorea alata*). *Inf. Tecnol.* 20:99-109.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1990. *Official methods of analysis*. 15<sup>th</sup> ed. AOAC, WA, USA.
- Balza, O., J. Labrador, R. Alarcón, G. Molina, C. Caceres, y A. Albornoz. 2011. Uso de la yuca (*Manihot esculenta*) y la batata (*Ipomoea batatas*) como alternativa de alimentación nutricional en cerdos en la unidad de producción "Estación Experimental Santa Lucía", Parroquia Caño Tigre, Municipio Zea del Estado Mérida. Tesis de grado. Universidad Politécnica Territorial del Estado Mérida, VEN.
- Barnes, S., y S. Sanders. 2012. Avances en el uso funcional de la batata [*Ipomoea batatas* (L.) Lam]. *Recent Pat. Food Nutr. Agric.* 4:148-54.
- Beraldo, A., J. Tavares, e G. Cesare. 2012. Propiedades físicas de solo e crecimiento de batata-doce em diferentes sistemas de preparo. *R. Bras. Ci. Solo* 37:242-250.
- Caballo, S., M. Vilaro, G. Rodríguez, M. Borthagaray, D. Gioscia, y P. Bentancurt. 2006. Calidad de consumo en variedades de boniato. *INNOTEC* 1:18-20.
- Castillo, R., A. Brenes, A. Esker, y L. Gómez. 2014. Evaluación agronómica de trece genotipos de camote (*Ipomoea batatas* L.). *Agron. Costarricense* 38(1):67-81.
- Castro, L. 2011. El cultivo de la batata. Una oportunidad agroalimentaria para pequeños productores de clima cálido. Convenio SENA - SAC. <http://www.sac.org.co/images/contenidos/Cartillas/Cartilla%20Batata.pdf> (consultado 16 jul. 2014).
- Chacón, A., e Y. Reyes. 2009. Efecto del empaque sobre la textura y el color del camote (*Ipomoea batatas* L.) durante el proceso de "curado". *Agron. Mesoam.* 20:47-57.
- Cusumano, C., y N. Zamudio. 2013. Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de Tucumán (Argentina). Ediciones INTA, Santiago del Estero, ARG.
- De Oliveira, A., P. Gondim, P. Da Silva, A. De Oliveira, C. Gondim, y J. Silva. 2013. Producción y contenido de almidón de la batata cultivada con alta fertilización de materia orgánica. *Bras. Eng. Agrícola Ambiental* 17:830-834.
- Díaz, I., C. González, J. Reyes, M. Carón, E. Delgado, y J. Ly. 2013. Digestión de follaje de batatas (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) en cerdos. *Cub. Cienc. Agr.* 47:289-294.
- Durán, N., y M. Rojas. 2013. Propuesta metodológica para la evaluación de las características fisicoquímicas de dos variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), utilizadas como materia prima para la preparación de hojuelas fritas. *Sci. et Tech.* 18:553-560.
- Fernandes, A., F. Pereira, J. Germani, y J. Neto. 2008. Efecto de sustitución parcial de la harina de trigo por harina de batata. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 28:56-65.
- Ferreira, J., A. De Oliveira, y R. Sossela. 2012. Caracterización de las variedades de batata y las indicaciones para el uso doméstico y tecnológico. *Bras. Tec. Agroind.* 6:730-738.
- Flores, A. 2000. Manejo postcosecha de frutas y hortalizas en Venezuela. Experiencias y recomendaciones. Editorial UNELLEZ, San Carlos, Cojedes, VEN.
- Fuenmayor, F., V. Segovia, J. Albarrán, y W. Cabaña. 2004. Banco de germoplasma de batata (*Ipomoea batata*

- (L) Lam.) del INIA-CENIAP-Venezuela. CENIAP HOY 6:9-12. [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/ceniaphoy/articulos/n6/arti/fuenmayor\\_f/arti/fuenmayor\\_f.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n6/arti/fuenmayor_f/arti/fuenmayor_f.htm) (consultado 10 jun. 2015).
- Gámez, O., A. Ortega, y A. Jiménez. 2011. Caracterización de los sistemas productivos de batata (*Ipomoea batatas* L. Lam), en los sectores el Topo y Lomas del Viento, municipio Tinaco estado Cojedes- Venezuela. Tesis de grado, UNELLEZ, VEN. [http://app.vpa.unellez.edu.ve/bibliotecavpa/opac\\_css/index.php?lvl=author\\_see&id=1917](http://app.vpa.unellez.edu.ve/bibliotecavpa/opac_css/index.php?lvl=author_see&id=1917) (consultado 28 nov. 2014).
- García, A., y E. Pacheco. 2007a. Efecto de la temperatura sobre la calidad postcosecha del apio criollo. *Agron. Trop.* 57:323-330.
- García, A., y E. Pacheco. 2007b. Tecnología postcosecha de la IV gama en arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 33:129-146.
- García A., y E. Pacheco. 2008. Caracterización postcosecha del apio cultivado en el Municipio Tovar, estado Mérida-Venezuela. *Agron. Trop.* 58:409-416.
- García, A., M. Pérez, y A. García. 2014. Evaluación del comportamiento postcosecha de la batata (*Ipomoea batatas* (L) Lam) en condiciones de almacenamiento comercial. *Rev. Iber. Tecnol. Postcosecha* 15:177-186
- Gauna, P., y L. Zequeira. 2014. Buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de la batata. 1ed. Editorial Bella Vista: Ediciones INTA, ARG.
- González, A., A. Alvis, y G. Arrázola. 2015. Efecto del recubrimiento comestible en las propiedades de trozos de batata (*Ipomoea Batatas* Lam) fritos por inmersión. Parte 1: Textura. *Inf. Tecnol.* 26(1):95-102.
- González, V., y A. García. 2015. Evaluación de la calidad postcosecha de la batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) para el procesamiento culinario (Chips) y agroindustrial (Rallada). Tesis de grado, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Estado Aragua, VEN.
- 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. *Agron. Costarricense* 33(1):77-89.
- Hernández, M., J. Torruco, L. Chel, y D. Betancur. 2008. Caracterización físico-química de los almidones de tubérculos cultivados en el estado de Yucatán, México. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 28:718-726.
- Holm, J., I. Bjorck, A. Drews, y N. Asp. 1986. Un método rápido para el análisis de almidón. *Starch/Starke* 38:224-226.
- IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2009. Buenas prácticas agrícolas (BPA) y comercialización de yuca y batata. <http://www.idiaf.gov.do/noticias/detallemain.php?ID=851>. (consultado 9 ene. 2015).
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-Ecuador). 2010. Manual de buenas prácticas agrícolas en cultivos de ciclo corto. Manual n° 84. Editorial del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, ECU.
- Jiménez, M., y N. Sammán. 2014. Caracterización química y cuantificación de fructooligosacáridos, compuestos fenólicos y actividad antirradical de tubérculos y raíces andinos cultivados en el noroeste de Argentina. *ALAN* 64:131-138.
- Kaluza, W., R. Mc. Grath, T. Roberts, y H. Shoroder. 1980. Separación de compuestos fenólicos de sorgo bicolor. *JAFC* 28:1191-1196.
- Lardizabal, R. y A. Medlicott. 2010. Compendio de manuales de producción de frutas y hortalizas. El cultivo del camote. Publicaciones técnicas del Programa de Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores MCA-H/EDA Honduras. 1era. ed. 460 p. [http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2014/06/compendio\\_de\\_11\\_manuales.pdf](http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2014/06/compendio_de_11_manuales.pdf) (consultado 10 jun. 2015).
- Ludvik, B., B. Neuffer, y G. Pacini. 2004. Eficacia de *Ipomoea batatas* (cañapó) sobre el control de la diabetes tipo 2 en pacientes diabéticos tratados con dieta. *Diabetes Care* 27:436-40.
- Madrigal, L., y E. Sangronis. 2007. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *ALAN*. 57:387-396.
- Mamani, R. 2011. Curado de camote para fines de exportación. <http://innovacion-integral-2011.blogspot.com/>. (consultado 29 jun. 2015).
- Martí, H. 2012. Consuma más batata. INTA-Horticultores. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina. Boletín Técnico N°17. <http://www.inta.gov.ar/sanpedro> (consultado 12 may. 2015).
- Martí, H., M. Chiandussi, y M. Filippi. 2014. Producción agroecológica de batata para el gran cultivo y la huerta. 1<sup>ra</sup> ed. Ediciones INTA, San Pedro, Buenos Aires, ARG.
- Martí, H., G. Corbino, y H. Chludil. 2011. La batata. El redescubrimiento de un cultivo. *Ciencia Hoy* 21:17-23.
- Molina, M., y A. Martin. 2007. La fibra dietética procesada como alimento funcional. *Rev. Ámbito Farm. Nutr.* 26:70-77.
- Montes, A., R. Hernández, C. Oropeza, E. Díaz, 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 1:1-19.
- Montgomery, D. 2010. Diseño y análisis de experimentos. 4<sup>ta</sup> edición, Limusa Wiley S.A., MEX.
- Mora, E., y J. Rojas. 2007. Los cultivos líderes de la agricultura venezolana (1984-2005). Agroalimentaria 25:33-44.
- Morales, C. 2008. Clasificación de calidad sensorial de papas fritas tipo chips mediante visión computacional. Trabajo MSc., Universidad de Chile, Santiago, CHI.
- Olivet, Y., A. Ortiz, D. Cobas, A. Blanco, y E. Herrera. 2012. Evaluación de la labranza para el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas* Lam) en un suelo Fluvisol. Rev. Cie. Téc. Agr. 21:24-29.
- Oyebanji, A., A. Ajani, A. Adeize, M. Oyelakin, I. Ikotun, A. Agboola, J. Alimi, y T. Awoite. 2013. Efecto del pre-tratamiento de secado en batata para la producción de chips destinada a la elaboración de harinas. AJFS 7:258-263.
- Padilla, F., A. Rincón, y L. Bou. 2008. Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. ALAN 58:303-308.
- Palomino, C., Y. Molina, y E. Pérez. 2010. Atributos físicos y composición química de harinas y almidones de los tubérculos de *Colocasia esculenta* (L.) Schott y *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott. Rev. Fac. Agron. (UCV) 36:58-66.
- Pérez, E. 2007. Raíces y tubérculos. En: A. León, y C. Rosell, editores, De tales harinas tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. 1<sup>ra</sup> ed. ISEKI-Food, Córdoba, ARG. p. 363-403.
- Pérez, E., y E. Pacheco. 2005. Características químicas, físicas y tecnológicas de la harina y el almidón nativo aislado de *Ipomoea batatas*. Act. Científ. Venezolana 56:12-20.
- Puerta, J. 2012. Desarrollo de una mezcla base para chips de batata. Tesis de grado, Universidad Simón Bolívar, Caracas, VEN.
- Ramos, V., B. Valdivia, y J. Montañez. 2012. Alternativas para reducir la absorción de aceite en papas fritas. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%207/5.html> (consultado 10 jun. 2015).
- Rodríguez, G. 2008. Caracterización de variedades de batata (*Ipomoea batata*) con el fin de desarrollar un puré que sea fuente para la elaboración de productos preformados en MCCAIN Colombia. Tesis de grado. Universidad de la Salle, Bogotá, COL.
- Rodríguez, T., C. Rodríguez, y R. Zhurbenko. 2007. Caracterización de un extracto de *Ipomoea batatas* para ser utilizado en calidad de base nutritiva en medios de cultivo. Rev. Cub. Med. Trop. 59:218-226.
- Roquel, M. 2008. Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina de camote (*Ipomoea batata*). Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, GUA.
- Rós, A., J. Tavares, y G. Moraes. 2013. Rendimiento de la batata en diferentes sistemas de manejo de suelo. Bragantia 72:140-145.
- Salazar, E., O. Méndez, J. González, M. Moreno, D. García, D. Belén, C. Medina, C. Ojeda, y N. Griman. 2010. Efecto del secado y tratamiento con ácido cítrico sobre la degradación de carotenoides en harinas de batata (*Ipomoea batatas* L.). Rev. Fac. Agron. (LUZ) 27:112-124.
- Sangronis, E., P. Teixeira, M. Otero, M. Guerra, y G. Hidalgo. 2006. Manaca, batata y ñame: posibles sustitutos del trigo en alimentos para dos etnias del Amazonas venezolano. ALAN 56:122-128.
- 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.
- Seidu, J., E. Bobobee, W. Kwenin, K. Tevor, A. Mahama, y J. Agbeven. 2012. Secado de la batata (*Ipomoea batatas*) (picadas y rallado) para harina de calidad elaborada a nivel local con secadores solares. JABS 7:466-473.
- Serrano, A., C. Vílchez, S. Sandino, P. Carrillo, y H. Pachón. 2011. Evaluación sensorial de tortas de camote (*Ipomoea batatas*), elaboradas con o sin hojas de camote, con niños en edad escolar en Nicaragua. Rev. Perspectivas Nutr. Humana 13:191-202.
- Silva, C., S. De Olinda, C. Farías, L. Gonçalves, y R. Moreira. 2011. Análisis sensorial de helado de batata. Rev. Bras. Prod. Agroind. (RBPA) 13:21-26.
- Techeira, N., L. Sivolí, B. Perdomo, A. Ramírez, y A. Sosa. 2014. Caracterización fisicoquímica, 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 39:191-197.
- 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. 27:151-158.
- Tinedo, R., M. Rojas, y A. Garcia. 2015. Caracterización de la calidad postcosecha en la raíz tuberosa de batata

- (*Ipomoea batatas* L, var. Cubana) cultivada en cuatro sistemas de labranza. Tesis de grado, Universidad Central de Venezuela, VEN.
- Vargas, P., y D. Hernández. 2013. Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Tecnol. Marcha* 26:37-45.
- Vaz, M., S. Gonçalves, S. Sarmiento, C. Dos Santos, y N. Marquezini. 2009. Tratamiento térmico del almidón de batata (*Ipomoea batatas* L.) con baja humedad en microondas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 29:270-276.
- Vázquez, M., D. Santiago, M. Ybarra, O. Rubio, y M. Cadena. 2012. Variables fisicoquímicas y calidad de fritura de clones de papa desarrollados para los Valles Altos de México. *Agrociencia (MEX)* 4:47-59.
- Waluyo, B., A. Rosda, N. Istifadah, D. Ruswandi, y A. Karuniawan. 2015. Identification of fifty sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb.) promising clones for bioethanol raw materials. *Energ. Proc.* 65:22-28.
- Yadav, A., M. Guha, R. Tharanathan, y S. Ramteke. 2006. Cambios en las características de las harinas de camote preparadas por las diferentes técnicas de secado. *JFST* 39:20-26.
- Yépez, L., y N. Estévez. 2014. Determinación de las características físicas y químicas del camote (*Ipomoea batata*) de la variedad de pulpa morada. Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte, ECU.
- Yildirim, Z., Ö. Tokusoğlu, y G. Öztürk. 2011. Determinación de genotipos adecuados del camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) para la región del egeo de Turquía, Turkish J. Field Crops 16:48-53.
- Zaccari, F., G. Galietta, y H. González. 2007. Caracterización de la pulpa fresca de materiales genéticos de boniato (*Ipomoea batata* L.) producidos en Uruguay. En: UPCT y AITEP, editores, Resúmenes V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Editorial Grupo Post-recolección y Refrigeración, Cartagena, COL. p. 550.
- Zaccari, F., G. Galietta, y B. Soto. 2012. Color y contenido de  $\beta$ -carotenos en boniatos, crudos y cocidos, durante su almacenamiento. *Agrociencia (URU)* 16:24-32.
- Zero, V.M., y S.L. Lima. 2005. Manejo y productividad del cultivo de la batata (*Ipomoea batatas*). *Energ. Agric.* 20:94-117.