

## Cultivares cubanos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con rendimiento y potencial genético para la agroindustria Cuban cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivars with yield and genetic potential for the agro-industry

Y. Beovides,\* M. D. Milián, D. Rodríguez, L. Gálvez, K. Rodríguez, M.I. Fernández, A. Molina, M. Camejo, O. Arcia, Z. Morejón, M. Oliva, O. Molina, A. Rayas y M. Basail

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Apdo. 6, Santo Domingo CP 53000, Villa Clara, Cuba.

E-mail: [yoel@inivit.cu](mailto:yoel@inivit.cu)

**RESUMEN.** La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un alimento esencial que tiene un enorme potencial aún por explotar, y es fuente de una amplia gama de productos de uso creciente en las industrias textil, farmacéutica y en la elaboración de alimentos para humanos y para animales. El objetivo de este trabajo fue explorar las potencialidades de 50 cultivares cubanos de yuca de los conservados en el germoplasma nacional para la agroindustria, a partir de su contenido de materia seca. Se determinó el porcentaje de materia seca en las raíces a los 12 meses y se evaluaron otras variables de interés, entre ellas: altura y tipo de planta, color externo y de la pulpa, número y peso de las raíces comerciales por planta y el rendimiento por hectárea. Se identificaron varios clones con más de 40 % de materia seca y rendimientos superiores a las 20 t.ha<sup>-1</sup> ('Yema de huevo'- 45,84 %; 'Clon-14' - 43,98 %; 'Amarga'- 43,72 %), lo cual junto a otras características deseables los convierte en ideales para utilizar en la agroindustria, especialmente para alimento animal. Estos resultados constituyen un aporte importante al conocimiento del cultivo y hacia el objetivo de potenciar su uso con fines agroindustriales, especialmente aquellos poco explotados en Cuba como la producción de harinas y la elaboración de concentrados para animales.

**Palabras clave:** yuca, cultivares, materia seca, rendimiento, agroindustria.

**ABSTRACT.** Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is an essential food that has an enormous potential to be discovered, and it is a wide-range source of increasing use in the textile industry, pharmaceutical and food processing for humans and animals. The aim of this study was to explore the potential of 50 cassava cultivars from Cuba kept in the national germplasm for agro-industry from the dry matter contents. The dry matter percentage in the roots after 12 months was determined and other variables of interest including: height and plant type, external colour and pulp colour, number and weight of marketable roots per plant and yield per hectare were also evaluated. Several clones were identified with 40% dry matter and yields above 20 t.ha<sup>-1</sup> ("Yema de huevo"-45.84%; 'Clone-14' - 43.98%; 'Amarga'- 43.72%), which together with other desirable characteristics make them ideal for agro-industry, especially for animal feed. These results constitute an important contribution to crop knowledge and to the objective of promoting their use for agro-industry, especially those less developed in Cuba as flour production and concentrate processing as animal feed.

**Key words:** cassava, cultivars, dry matter, yield, agro-industry.

### INTRODUCCIÓN

La producción de proteína de origen animal en Cuba, fundamentalmente a base de producciones porcinas, cunícola y vacuna, está condicionada por la búsqueda e implementación de alternativas locales y nacionales que permitan su sostenibilidad con la sustitución de las importaciones de piensos que realiza el país a altos costos en el mercado internacional. Ese empeño está condicionado y en dependencia de la producción de fuentes energéticas baratas, de oferta permanente en el mercado y también del uso eficiente de las fuentes de proteína vegetal y animal producidas en el país a partir de materias primas nacionales no tradicionales en la alimentación animal.

Por su nobleza y versatilidad, la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un alimento esencial que tiene un enorme potencial aún por explotar y podría ayudar a proteger la seguridad alimentaria y energética de los países pobres (FAO, 2008). Es fuente de una amplia gama de productos de uso creciente en las industrias textil, farmacéutica y de alimentos para humanos y animales. La producción de materia seca y energía, la ubican entre los cultivos de mayor demanda en los mercados de países en desarrollo (Bolaños, 2006) y se ha convertido en un cultivo industrial importante (Benesi *et al.*, 2004), con más de 300

productos a partir de su almidón y un uso creciente en la obtención de combustibles. (NextFuel, 2011)

Además del consumo fresco, es significativo su creciente uso en la alimentación animal, y en general, en las industrias de almidones, congelados y fritos para consumo humano (FAO, 2009); mercados como el de pegamentos y alcohol representan nuevas oportunidades (Blagbrough *et al.*, 2010). La harina de esta raíz tuberosa es utilizada para elaborar panes, sopas, alimentos dietéticos para enfermos, bebés y ancianos, salsas, postres, bebidas alcohólicas y no alcohólicas. Es una fuente energética alternativa para alimento animal en el trópico por su contenido en carbohidratos solubles, y puede competir con el maíz forrajero (Jiménez, 2007) o resultar un excelente complemento de éste, incluso con alternativas locales artesanales. (Valdivié *et al.*, 2008; Leyva, 2010)

Todas esas aplicaciones potenciales de la yuca y de las que existen múltiples evidencias

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las áreas de campo y laboratorios del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Cuba durante tres años. (2009-2011)

Se emplearon 50 cultivares procedentes del

prácticas, exigen profundizar en el conocimiento sobre su contenido de fibra, proteínas y materia seca, entre otros, como factores esenciales para la promoción de otros usos del cultivo en la pobre agroindustria local. Sin embargo, el éxito de la agroindustria yuquera depende en principio de contar con clones de alto contenido de materia seca y rendimientos adecuados y estables.

La existencia de un importante Banco de Germoplasma de yuca en Cuba y la necesidad de potenciar la agroindustria nacional, especialmente para producir alimento animal, justifican la realización de investigaciones para profundizar en el conocimiento de esa biodiversidad, en la búsqueda de alternativas que fortalezcan ese sector como fuente de desarrollo agrario sostenible y de crecimiento social. Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar el porcentaje de materia seca en las raíces y otras potencialidades de 50 cultivares de yuca con vistas a su recomendación para uso agroindustrial.

Germoplasma de Yuca que conserva el (INIVIT) (Villa Clara, Cuba). (Tabla 1)

La selección de clones se basó fundamentalmente en análisis preliminares de su contenido de materia seca en las raíces (Rojas, 2008); también se

**Tabla 1. Listado de los 50 cultivares cubanos de yuca estudiados**

No.	Nombre	No.	Nombre	No.	Nombre
1.	'Amarga'	18.	'Agria'	35.	'CPA Juan González'
2.	'Agria'	19.	'Señorita'	36.	'Selección Holguín'
3.	'Señorita'	20.	'Especial-A'	37.	'Yuca Amarilla'
4.	'Especial-A'	21.	'Americana de Almidón'	38.	'Crema-1'
5.	'Americana de Almidón'	22.	'Especial'	39.	'Jagüey Dulce'
6.	'Especial'	23.	'Señora está en la mesa'	40.	'Quintalera Enana'
7.	'Señora está en la mesa'	24.	'Enana Rosada'	41.	'Puerto Plata'
8.	'Enana Rosada'	25.	'Señora'	42.	'Africana'
9.	'Pintera'	26.	'CEMSA 74-725'	43.	'Negroncita'
10.	'Seda UC'	27.	'De Arroba'	44.	'Cogollo de Poma'
11.	'Holguinera'	28.	'CEMSA 74-110'	45.	'Sergio'
12.	'Mutación Jardín'	29.	'Especial del Cerrito'	46.	'Señora ponga la mesa'
13.	'Villareña'	30.	'Especial de Amaro'	47.	'INIVIT-Y-93-7'
14.	'Mutación Variegada'	31.	'Amarga del país'	48.	'INIVIT-Y-93-4'
15.	'New Orleans'	32.	'Variegada'	49.	'INIVIT-Y-93-1'
16.	'Negroncita'	33.	'Clon 14'	50.	'CEMSA 74-528'
17.	'Amarga'	34.	'CPA Victoria de Girón'		

tuvieron en cuenta criterios e intereses de mejoradores y productores del cultivo, así como resultados de estudios previos realizados por Milián *et al.*,(2000)

Con el objetivo de indagar en las potencialidades de los clones en estudio para la agroindustria se evaluó el porcentaje de materia seca en las raíces a los 12 meses; otras variables cualitativas y cuantitativas también de interés (Tabla 2) fueron seleccionadas entre las recomendadas para el

cultivo (Fukuda y Guevara, 1998), así como el rendimiento. (tha<sup>-1</sup>)

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas (parcelas de cinco surcos) sobre un suelo Pardo sialítico con carbonatos (Hernández *et al.*,1999), de las que se evaluaron 15 plantas al azar de los surcos centrales durante tres años consecutivos. La preparación de suelo y las atenciones culturales generales se realizaron según se establece en el Instructivo Técnico de la Yuca. (MINAG, 2008)

**Tabla2. Variables cualitativas y cuantitativas utilizadas para la evaluación de 50 cultivares de yuca con potencialidades para la agroindustria**

Código	Descripción	Código	Descripción
	Variables Cualitativas		Variables Cuantitativas
TPLA	Tipo de planta	ATPL	Altura total de la planta (m)
PORA	Posición de las raíces	APRA	Altura de la primera ramificación (m)
FORA	Forma de la raíz	NRCP	No. De raíces comerciales por planta
TERA	Textura de la raíz	PRAC	Peso de las raíces comerciales (Kg)
CERA	Color externo de la raíz	NRPO	Número de raíces podridas
CPRA	Color de la pulpa de la raíz	CMS	Contenido de materia seca (%)
REFO	Retención de follaje	RDTO	Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )

La determinación del contenido de materia seca (CMS) se realizó durante los tres años en raíces comerciales de plantas de 12 meses de edad. El procedimiento incluyó tres réplicas de 200 g (peso fresco) de raíces bien molinadas, las que se llevaron a peso constante (48-72 h) en horno (Memmert, alemana) a 85°C y expresadas en porcentaje (%). Las evaluaciones permitieron la selección de genotipos con alto y bajo CMS; los resultados se muestran en una tabla de frecuencia.

El CMS se determinó mediante la fórmula:

$$MS (\%) = \frac{Pms}{Pmh} \times 100$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es muy conocida la importancia que tiene la identificación o clasificación de clones de yuca por sus características, principalmente representadas por expresiones fenotípicas (Velásquez, 2006), debido a que la medición de la variación morfológica o fenotípica es la forma más fácil de determinar la variación genética, y que los caracteres agronómicos tienen un gran valor para el mejoramiento y en la selección de cultivares promisorios en las especies cultivadas. (Kellerhalls *et al.*, 2004)

Desde el punto de vista cualitativo, se observó un predominio de clones con raíces de color castaño claro u oscuro (66%), de pulpa color crema o

Donde, MS (%) es el porcentaje en el contenido de materia seca; Pms el peso de muestra seca en gramos; Pmh el peso de la muestra fresca en gramos.

Se utilizaron herramientas de estadística descriptiva para las variables cualitativas y el CMS; todas las variables fueron sometidas a un análisis de componentes principales para datos categóricos (CAPTCA ver 1.1) con el paquete estadístico SPSS/PC<sup>+</sup> ver. 15.0 para Windows®, lo que permitió identificar las variables de mayor contribución a la variabilidad y con ellas establecer relaciones entre los clones.

amarilla (82%) y forma cónica o cónico-cilíndrica (62%); sólo el clon ‘Amarilla de Ciego de Ávila’ tiene raíces externamente amarillas y pulpa también amarilla. Se sabe que los productores toman en cuenta varios factores antes de preferir uno u otro cultivar (Benesi *et al.*, 2011), entre ellos, el color externo de las raíces es económicamente importante en las preferencias de consumo y siembra de la yuca. (Akparobi *et al.*, 2006)

En cuanto al color amarillo de la pulpa de las raíces, éste se asocia comúnmente en yuca con la presencia de carotenos, precursores de la vitamina A y un elemento importante en el empeño de identificar



A pesar de sufrir la influencia directa del ambiente, las características cuantitativas son capaces de reflejar bien el potencial productivo real de las accesiones y la posibilidad de su utilización directa o en el mejoramiento genético. (Vieira *et al.*, 2008) Por ello fue importante encontrar cultivares con alto potencial de rendimiento (superior a las 29,0 t.ha<sup>-1</sup>), lo que sugiere que puedan ser evaluados en los diferentes ecosistemas en que se cultiva la yuca en Cuba para su posible incorporación a la producción, como es el caso de los clones ‘CPA Victoria de Girón’ (36,4 t.ha<sup>-1</sup>) y ‘Crema 1’. (31,3 t.ha<sup>-1</sup>)

La determinación del contenido de materia seca (CMS) en las raíces a los 12 meses, permitió identificar clones que de alto potencial productivo y genético que hoy permanecen subutilizados en el Germoplasma nacional de yuca. Se calculó el

promedio de las evaluaciones durante los tres años para cada genotipo y los datos fueron divididos en cinco categorías y se determinó la frecuencia de genotipos según los rangos establecidos. (Tabla 3) Veintitrés clones (46%) tienen valores de materia seca entre 39,9 y 42,8 % y cuatro de ellos superan el 42,9% al momento de la cosecha con rendimientos aceptables: ‘Americana almidón’ (43,15%; 15,7 t.ha<sup>-1</sup>), ‘Amarga’ (43,72 %; 20,8 t.ha<sup>-1</sup>), ‘Clon-14’ (43,98%; 25,6 t.ha<sup>-1</sup>) y ‘Yema de Huevo’ (45,82%; 26,1 t.ha<sup>-1</sup>); éste último tiene REFO regular. Estas características los convierte en ideales para uso agroindustrial y sugiere que esta sería una población ideal para desarrollar futuros análisis de asociación mediante técnicas moleculares con el objetivo de aplicar luego herramientas de mejoramiento asistido en el cultivo. Todos los clones estudiados aquí, superan significativamente el rendimiento promedio de

la yuca en Cuba (6,9 t.ha<sup>-1</sup>) y a nivel mundial (12,6 t.ha<sup>-1</sup>). (FAO, 2009)

**Tabla3. Frecuencia de genotipos incluidos en cada rango de datos según el porcentaje de materia seca determinado en los 50 cultivares cubanos de yuca estudiado**

Categoría	Rango (porcentaje de CMS)	Promedio
1	30,8 – 33,8	4
2	33,9 – 36,8	10
3	36,9 – 39,8	9
4	39,9 – 42,8	23
5	42,9 – 45,8	4

en esta investigación, equivaldría a tener cultivares con entre 23,9 % (‘Señorita’) y 36,9% (‘Yema de Huevo’) de almidón, aspecto muy importante en el empeño de desarrollar la agroindustria cubana a partir de las potencialidades locales de la yuca.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Rojas (2008) cuando realizó en 2007 un estudio similar en 511 clones de la Colección Cubana de Germoplasma del cultivo y encontró que más del 50% de las accesiones presentaban valores de materia seca superiores al 30%, incluso que muchas de ellas que superaban el 40%, lo que indica la presencia de genes importantes a tener en cuenta en el mejoramiento genético de la yuca para este carácter. En esa investigación el promedio de materia seca de los clones de la colección osciló entre 24.0 y 49.0%.

Super *et al.*, (1994) determinaron el contenido de ácido cianhídrico y de almidón en 216 clones de la Colección Cubana de Germoplasma de Yuca. Ellos aseveran que la mayoría de la muestra estudiada estuvo en el rango de 20-30% de almidón y que detectaron altos valores en el porcentaje de almidón para los clones ‘MCol-638’ (42,63%), ‘Pata de Gato’ y ‘Especial del Cerrito’ (38,28%) y de un 37,74% para el clon ‘Clon-14’; éste último incluido en el presente estudio donde alcanzó un 43,84 % de materia seca, equivalente a unos 35,24% de almidón.

En un estudio similar a éste con 11 clones, pero bajo las condiciones de Nigeria, Sunday (2007) afirma haber encontrado a los nueve meses valores de materia seca entre 33,34 y 49,9%. Según un proceder estandarizado por el IITA (Instituto de Investigaciones de Agricultura Tropical, Nigeria) (Sunday, 2007), eso equivale a un contenido de almidón que fluctúa entre 28,1 y 38%. Si se aplicara ese procedimiento en los clones cubanos incluidos

Es conocido que el CMS en yuca varía en dependencia de diversos factores, entre ellos: edad de la plantación, genotipo, fertilización, calidad de los suelos, condiciones climáticas, etc. y que su almacenamiento en las raíces va desde casi cero durante las primeras etapas del desarrollo vegetativo hasta casi un 80% de la producción de materia seca diaria durante la fase final del ciclo del cultivo (Ekanayake *et al.*, 1998). En yuca se consideran altos los valores de materia seca superiores al 35%

(Alonso, 2007, citado por Marín *et al.*, 2008) y según Aristizábal y Sánchez (2007b) cuando la yuca es cosechada a los 12 meses puede alcanzar valores de materia seca de 30-45 %.

Si bien el método utilizado aquí para determinar el CMS (peso fresco-peso seco) es cuestionado por algunos especialistas, en la actualidad es uno de los más extendidos, asequibles y confiables para este tipo de análisis (Sunday, 2007; Marín *et al.*, 2008; Aigbe y Remison, 2010). Se ha encontrado una correlación positiva entre el CMS de las raíces y el grado de deterioro fisiológico poscosecha (Sánchez *et al.*, 2005), lo cual dificulta el mejoramiento genético simultáneo de ambas características. En general, varias investigaciones establecen relaciones entre el deterioro fisiológico primario, el CMS y la

presencia de carotenos en las raíces de la yuca. (Vimala *et al.*, 2009; Akinwale *et al.*, 2010)

El alto potencial que ha demostrado tener la yuca desde el punto de vista industrial para la obtención de almidones, pegamentos, alcohol, concentrados para animales y muchísimas otras aplicaciones industriales, hacen que las evaluaciones realizadas constituyan importantes referencias para la continuidad de las investigaciones priorizadas en el cultivo de la yuca en Cuba, para utilizar los clones con alto CMS y buen rendimiento con fines agroindustriales, al tiempo que confirman el valor de la colección de trabajo escogida para futuros estudios con marcadores moleculares como apoyo a una mejor conservación y uso de la variabilidad genética atesorada en Cuba.

## CONCLUSIONES

La caracterización y evaluación de los 50 clones permitió identificar nuevos cultivares con potencial productivo y genético para el consumo humano ('CPA Victoria de Girón' y 'Crema 1'), y otros con

alto contenido de materia seca en las raíces y posibilidades de amplio uso en la agroindustria cubana. (Clon-14' y 'Yema de Huevo')

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aigbe SO y SU Remison. The Influence of Root Rot on Dry Matter Partition of Three Cassava Cultivars Planted in Different Agro-ecological Environments. *Asian J. Plant Pathol.*, 4: 82-89, 2010.
2. Akinwale, MG; RD Aladesanwa; BO Akinyele; AGO Dixon y AC Odiyi. Inheritance of B-carotene in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Int. J. Genet. Mol Biol.*, 2(10):198-201, 2010.
3. Akparobi, SO; PG Eruetor y EC Enujoke. Screening cassava clones in two agro-ecological zones of Nigeria for tuberous root colour. Proceedings of the 31<sup>st</sup> Annual Conference of the Genetics Society of Nigeria, p. 86-90, 2006.
4. Aristizábal, J y Teresa Sánchez. Guía técnica para la producción y análisis de almidón de yuca. *Boletín de servicios agrícolas de la FAO*, No. 163. FAO, Italia, Roma. 134 pp., 2007b.
5. Aristizábal, J. y Teresa Sánchez. Post-harvest durability of fresh roots of cassava varieties in Efland storage of roots in moist sawdust. Document FAO, Roma, Italia. p. 95-101, 2007a.
6. Benesi, I.R.M.; M.T. Labuschagne; A.G.O. Dixon y N.M. Mahungu. Genotype x Environment interaction effects on native cassava starch quality and potential for starch in the commercial sector. *Afr. Crop Sci. J.*, 12: 205-216, 2004.
7. Benesi, IRM; MT Labuschagne; L Herselman y N Mahungu. Ethnobotany, morphology and genotyping of cassava germplasm from Malawi. *J. Biol. Sci.*, 10: 616-623, 2011.
8. Blagbrough, IS; SAL Bayoumi; MG Rowan y JR Beeching. Cassava: an appraisal of its phytochemistry and its biotechnology. *Phytochemistry*, 71(17-18):1940-1951, 2010.
9. Bolaños EA. Análisis de la interacción genotipo por ambiente en las concentraciones de carotenos, hierro, zinc en clones de yuca y análisis de estabilidad de carotenos. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, 76pp., 2006.
10. Cedeño, H. Evaluación de 27 clones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) para la producción de semillas botánicas. 33 p., Disponible en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/resunfagro/>

11. [yuca/cedenoh.htm](#), [Consultado: 12 de Mayo de 2011]., 1991
12. Chávez, AL; H Ceballos; DB Rodríguez-Amaya; JC Pérez; F Calle y N Morante. Sampling variation for carotenoids and dry matter contents in cassava roots. *J Root Crops*, 34:43-49, 2008.
13. Ekanayake, IJ; DS Osiru y MCM Porto. Physiology of Cassava. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, 34 pp., 1998.
14. FAO. Yuca para la seguridad alimentaria y energética. Informe Conferencia Mundial sobre la Yuca, Gante, Bélgica. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO/Roma Italia, 2008.
15. FAO. Cassava World Production. Food Outlook. Global Market Analysis. FAO Corporate Document Repository, December <http://www.fao.org>., 2009.
16. Fukuda, Wania MG y Claudia L Guevara. Descriptores morfológicos e agronómicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). [Morphological and agronomic descriptors for characterizing cassava (*Manihot esculenta* Crantz)] Documentos CNPMF No. 78. EMBRAPA/CNPMF. Cruz das Almas BA, Brazil, 38p., 1998.
17. Hernández, A; JM Pérez e ID Bosch. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. AGROINFOR, Ciudad de la Habana. 64pp., 1999.
18. Jiménez P. Identificación de harinas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con alto contenido proteico mediante espectrofotometría de infrarrojo cercano (NIRS). Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, 171 pp., 2007.
19. Kellerhalls M, L Bertschinger y C Gess. Use of genetic resources in apple breeding and for sustainable fruit production. *J Fruit and Orn Plant Res.*, 10 pp., 2004.
20. Leyva, D. Alternativas para la alimentación porcina en Ciego de Ávila. 'El Invasor', Ciego de Ávila. Disponible en: <http://www.elinvasor.cip.ciego.cu/A5dft/> [Consultado: 13 de abril de 2010]., 2010
22. Milián, Marilys; I Sánchez; S Rodríguez; Teresa Ramírez; M Cabrera; V Medero; D Guerra y D Guerra. Caracterización, evaluación y conservación de la colección cubana de germoplasma de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). En: Cassava Biotechnology: IV Internacional Scientific Meeting-CBN. LJCB Carvalho, AM Thro y A. D. Vilarinhos (eds.). *Proceeding IV International Scientific Meeting Cassava Biotechnology Network*, Brasilia, p. 118-128., 2000.
23. MINAG. Instructivo Técnico sobre el Cultivo de la Yuca. Castellanos, P. (ed.). SEDGRI/AGRINFOR, Ciudad de La Habana, Cuba, 18 p., 2008.
24. NextFuel. Ethanol from cassava in Latin America. Disponible en: <http://biodiesel.com.ar/tag/yuca>, [Consultado: 27 de Abril de 2012]., 2011.
25. Rojas, K. Evaluación y selección de germoplasma de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) para el deterioro postcosecha. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, 46pp., Cuba, 2008.
26. Sánchez, Teresa; Chávez, A. L.; Ceballos, H.; Rodríguez-Amaya, D. B.; Nestel, O.; Ishitani. Reduction or delay of post-harvest physiological deterioration in cassava roots with higher carotenoid content. *J. Sci. Food Agric.*, 86: 634-639., 2006.
27. Sunday, Z. Studies on variation in physical characters and chemical components of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) tubers. *Agricultural Journal*, 2(3):613-616., 2007.
28. Super, MA; Ania Martínez; I Sánchez; Marilys Milián; Teresa Ramírez; A Molina y L Valido. Determinación de los contenidos de ácido cianhídrico y almidón en la Colección Cubana de Yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Documento 96-40, Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Villa Clara, Cuba, 17p., 1994.
29. Valdiviá, M; C Leyva; R Cobo; A Ortiz, O Dieppa y M Febles. Sustitución total del maíz por harina de yuca (*Manihot esculenta*) en las dietas para pollos de engorde. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(1):61-64., 2008.
30. Velásquez, EJ. Efecto de la variabilidad en genotipos de Yuca sobre factores vinculados a la brotación y crecimiento de esquejes. Bioagro INIA Barquisimeto, 2006, ISSN 1316-3361, *Bioagro*, 18(1):12-20., 2006.
31. Vieira EA; J de Freitas F; F Gelape; G Bellon; KG da Fonseca; LJCB Carvalho; M Santos; S Vieira; M O Sampaio y K Nascimento. Genetic divergence

among sugary and nonsugary cassava accessions.  
*Pesq. Agropec. Bras.*, 43(12):23-29., 2008.

32. Vimala, B., Bala Nambisan; R. Thushara, y M Unnikrishan. Variability of carotenoids in yellow-fleshed cassava (*Manihot esculenta* Crantz) clones. *Gene Conserve*, **31**, 676–685., 2009.

33. Vimala, B, R Thushara, B Nambisan y J Sreekumar. Effect of processing on the retention of carotenoids in yellow-fleshed cassava (*Manihot esculenta* Crantz) roots. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 46:166–169., 2011.

Recibido: / /

Aceptado: **25 /04 /2013**