

Nota técnica

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE TRECE GENOTIPOS DE CAMOTE
(*Ipomoea batatas* L.)

Rolbin Castillo Matamoros^{1/*}, *Arturo Brenes Angulo*^{*}, *Paul Esker*^{**}, *Luis Gómez-Alpizar*^{*}

Palabras clave: Raíz reservante; contenido de materia seca; rendimiento.

Keywords: Storage root; dry matter content; root yield.

Recibido: 18/03/14

Aceptado: 04/08/14

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar desde el punto de vista agronómico, 13 genotipos de camote para su cultivo en Costa Rica. Diez fueron introducidos de la Unidad de Micropropagación de la Universidad Estatal de Carolina del Norte, y cultivados por primera vez en Costa Rica, 2 conocidos como “Exportación y Zanahoria” son de introducción reciente, pero se han cultivado en el país por al menos 5 años y el restante Criollo es el que ocupa actualmente la mayor área de siembra. El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental Fabio Baudrit de la Universidad de Costa Rica, ubicada en la provincia de Alajuela. Los tratamientos se dispusieron en el campo en un diseño de bloques completos al azar, con 13 genotipos y 4 repeticiones. El análisis de varianza mostró que los genotipos difirieron significativamente ($p=0,0001$) en todas las variables evaluadas: peso fresco y seco foliar; peso fresco y seco de raíz reservante; número de raíces reservantes; peso de raíz reservante/planta; contenido de materia seca y rendimiento ($t\cdot ha^{-1}$). Todos los cultivares evaluados superaron

ABSTRACT

Agronomic evaluation of thirteen genotypes of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). The goal of this study was to determine the agronomic performance of 13 sweet potato genotypes for their cultivation in Costa Rica. Ten were introduced from North Carolina State University’s Micropropagation and Repository Unit, and were grown for the first time in Costa Rica. Two (Exportación and Zanahoria) were more recent introductions into the country, having been cultivated here for at least 5 years, and the one remaining (Criollo) is the most widely used locally. The field experiment was conducted at the Fabio Baudrit Experiment Station, of the University of Costa Rica, located in Alajuela province. The treatments were laid out in a randomized complete block design, with 13 genotypes and 4 repetitions. The analysis of variance showed significant differences ($p=0.0001$) among genotypes for all evaluated variables: fresh and dry foliar weight; storage root fresh and dry weight; number of storage roots, storage root weight/plant, dry matter content

1 Autor para correspondencia. Correo electrónico: rolbin.castillomatamoros@ucr.ac.cr

* Laboratorio de Biotecnología de Plantas, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.

** Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

el rendimiento de la variedad Criollo ($6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) y el promedio nacional ($5 \text{ a } 7,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), con rendimientos entre $12 \text{ y } 48 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Algunos de los cultivares son promisorios para su cultivo en Costa Rica, no solo con base en su rendimiento, sino debido a su color de pulpa, amarilla o anaranjada, asociado a un mayor contenido de carotenos.

and yield ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$). The root yield of all genotypes evaluated was higher than that of the local variety Criollo ($6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) as well as the national average ($5 \text{ to } 7.8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), ranging from $12 \text{ to } 48 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. These results indicate that some varieties are promising for release in Costa Rica, not only because of their good performance in terms of yield, but also due to quality traits such as orange or yellow flesh, associated with high carotene content.

INTRODUCCIÓN

El camote (*Ipomoea batatas*) es el tercer cultivo en importancia dentro del grupo de raíces y tubérculos, precedido solo por la papa y la yuca (Hernández 1995). A nivel mundial se cultivan aproximadamente 8,5 millones de hectáreas al año, con un rendimiento superior a los 127 millones de toneladas métricas (Alvarado 2012). Debido a su alto rendimiento, bajo costo de producción y alto contenido nutricional se considera un cultivo clave para la seguridad alimentaria y nutricional en diversas regiones del mundo.

Una de las principales limitantes del cultivo del camote es la falta de cultivares con rendimiento alto y estable y mejores características nutricionales y organolépticas (Valverde y Moreira 2004, Fuglie 2007). La introducción de nuevos genotipos con características adecuadas de calidad productiva, adaptabilidad y valor nutricional, tanto para mercado nacional como internacional, y con opciones para productos diferenciados por colores de pulpa, es clave para incrementar el cultivo de esta importante raíz.

En Costa Rica, en el período del 2008 al 2011, el área cultivada de camote varió entre 95 y $129 \text{ ha}\cdot\text{año}^{-1}$, con un rendimiento promedio por hectárea entre 5,0 y 7,8 toneladas, para una producción total de 479 a $971 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ (Alvarado 2012, SEPSA 2012).

Diferentes estudios del camote han mostrado una interacción significativa entre el genotipo y el ambiente (G x A), en cuanto al rendimiento y los componentes de rendimiento del camote (Grüneberg et ál. 2005, Adebola et ál. 2013). En algunos casos, la contribución del ambiente a la variación en el rendimiento del camote es mayor que la del genotipo (Osiru et ál. 2009, Adebola et ál. 2013). En general, la respuesta de los genotipos varía en diferentes ambientes. Algunos autores (Abidin et ál. 2005, Grüneberg et ál. 2005, Hal-davanka et ál. 2009) han identificado genotipos con rendimiento estable en diferentes localidades (amplia adaptabilidad), mientras que otros no (adaptabilidad específica) (Manrique y Hermann 2002, Mwangi et ál. 2001).

Lo anterior indica que se requiere la evaluación de nuevas variedades de camote a nivel local antes de su recomendación para su cultivo comercial. El objetivo de esta investigación fue caracterizar, agronómicamente, 13 genotipos de camote para su cultivo en Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El grupo de 13 genotipos de camote evaluados consistió de 10 genotipos obtenidos de la Unidad de Micropropagación de la Universidad Estatal de Carolina del Norte, Estados Unidos

(Beauregard, Hernández, Jewel, Carolina Ruby, Carolina Rose, O'Henry, White Delite, Picadito, Japanese y Okinawa), que se cultivan comercialmente en ese país, 2 genotipos "Exportación y Zanahoria", que se cultivan recientemente en

Costa Rica y cuya procedencia se desconoce y el genotipo Criollo, de amplio cultivo en el país. Las características de la raíz reservante de cada genotipo y la extensión de su ciclo de cultivo se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Variedades de camote utilizadas en este estudio, sus características de color de piel y pulpa de la raíz reservante y ciclo de cultivo.

Variedad	Procedencia	Color de piel	Color de pulpa ("Carne")	Ciclo de cultivo (dds)
Beauregard	USA	Café claro-rosada	Naranja	80-110
Hernandez	USA	Café claro-rosada	Naranja	100-120
Jewel	USA	Café claro-rosada	Naranja	100-105
Carolina Ruby	USA	Rosada	Naranja	80-125
Carolina Rose	USA	Rosada	Naranja	105-110
O' Henry	USA	Crema	Crema	90-120
White Delite	USA	Rosada	Blanca	90-95
Picadito	USA	Morada	Blanca	90-95
Japanese	USA	Morada	Blanca	110
Okinawa	USA	Blanca	Morada	140
Criollo	Costa Rica	Rosada	Blanca	90-100
Exportación	Desconocido	Rosada	Crema	90-100
Zanahoria	Desconocido	Rosada-morada	Crema-naranja	100

Los 10 genotipos estadounidenses se recibieron como plantas in vitro, una de cada variedad. Los otros 3 genotipos se recolectaron y se establecieron in vitro mediante cultivo de meristemas. Todos los genotipos se micropropagaron en el Laboratorio de Biotecnología de Plantas (LBP) del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica, según protocolos previamente establecidos a partir de los publicados por Jarret (1991).

Plántulas con una altura aproximada de 3-5 cm fueron llevadas a invernadero para su aclimatación. Se lavó el sistema radical para eliminar el medio de cultivo y se sembraron en bandejas plásticas de 72 celdas, con un sustrato TS1 y se colocaron bajo condiciones de riego por aspersión. Se mantuvieron en estas condiciones durante un mes, hasta alcanzar una altura cercana a los 15 cm, al menos 6 hojas verdaderas y un sistema radical bien desarrollado, de manera que el sustrato formara un bloque adobe compacto (Figura 1).

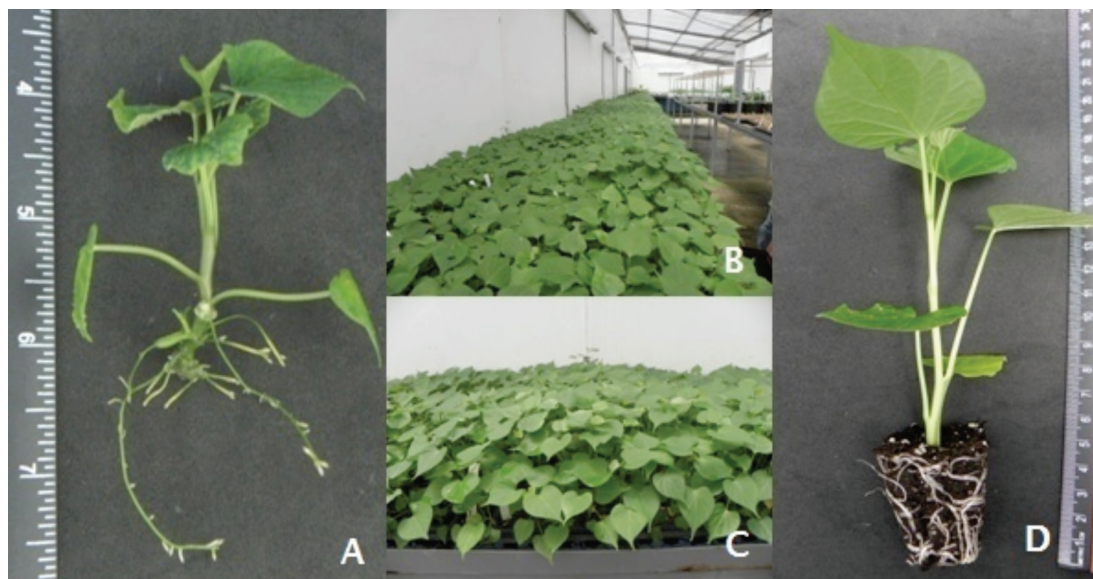


Fig. 1. Aclimatización de los genotipos de camote en invernadero. A. Vitroplanta. B y C. Almacigo. D. Planta lista para trasplante a campo.

El experimento de campo se desarrolló en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM, lote 15), ubicada en el distrito San José, cantón Central, provincia de Alajuela con 840 msnm, con una temperatura media de 22°C, una máxima de 35°C y mínima de 10°C y una precipitación promedio anual de 1940 mm, en el período comprendido entre la segunda semana de marzo y la última semana de junio del 2013 (125 días de cultivo). La temperatura y precipitación prevalentes durante el período de evaluación se presentan en la Figura 2. Los datos meteorológicos fueron provistos por el Instituto

Meteorológico Nacional y el programa de Eco-fisiología de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica. El contenido nutricional del suelo del lote 15 se presenta en el Cuadro 2. Debido al alto contenido nutricional del suelo y a los requerimientos del cultivo, (EEDH 2010, Sierra et ál. 2005) no fue necesario realizar aplicaciones de fertilizantes durante el crecimiento y desarrollo del cultivo. Durante las primeras 4 semanas se aplicó riego por gravedad entre 2 y 3 veces por semana, según las condiciones imperantes.

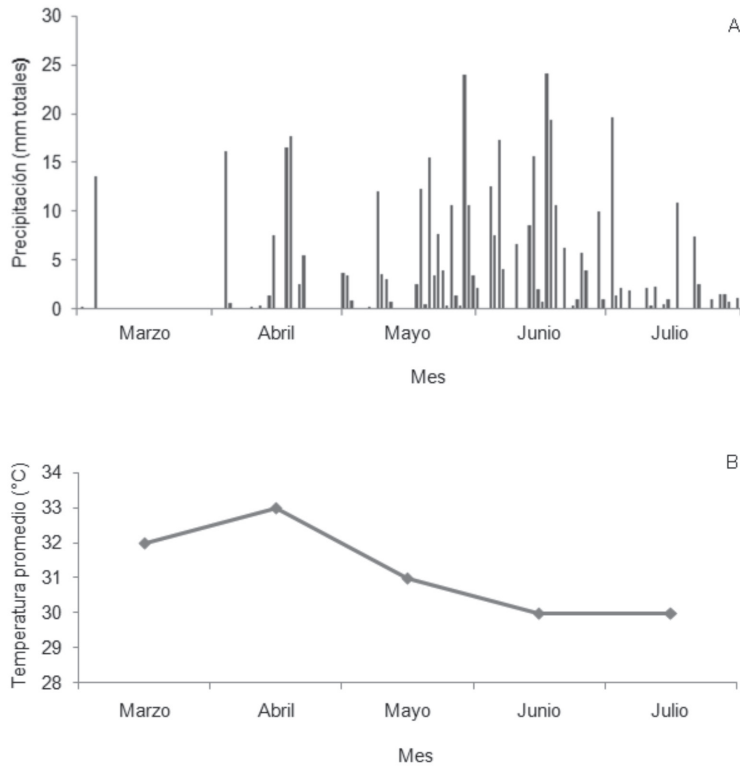


Fig. 2. Precipitación (A) y temperatura (B) durante el desarrollo en campo de las variedades de camote, período marzo a julio del 2013. (IMN y EEAFBM, 2013).

Cuadro 2. Análisis químico del contenido nutricional del suelo, lote 15 de la EEAFBM.

Análisis químico de suelos													
Solución Extractora:		pH	cmol(+).l ⁻¹					%	Mg.l ⁻¹				
KCl-Olsen Modificado		H ₂ O	ACIDEZ	Ca	Mg	K	CICE	SA	P	Zn	Cu	Fe	Mn
ID Usuario	ID Lab	5,5	0,5	4	1	0,2	5		10	3	1	10	5
LOTE 15	S-13-03234	5,2	0,38	6,79	1,55	0,59	9,31	4	16	1,5	12	122	11

Los valores debajo de cada elemento corresponden con los Niveles Críticos generales para la solución extractora usada.

CICE=Capacidad de intercambio de Cationes
Efectiva=Acidez+Ca+Mg+K

SA=Porcentaje de Saturación de Acidez=(Acidez/
CICE)*100

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con 13 tratamientos, genotipos y 4 repeticiones. La unidad experimental consistió de 4 surcos de 5,0 m de largo, 0,3 m de alto, separados a 1,0 m y 0,3 m de distancia entre plantas, para un total de 66 plantas por parcela y una densidad de siembra de 33 000 planta por hectárea. El área de cada parcela fue de 20 m².

El control de arvenses se realizó en forma manual en el surco de siembra. En el surco libre entre parcelas y en los entresurcos se aplicó Gramoxone (150cc/16l). Esto provocó una quema superficial del follaje de algunas de las plantas de camote, aunque al final no representó ningún problema, pues las plantas se recuperaron rápida y satisfactoriamente. En los 2 primeros meses de cultivo fue necesario el combate de hormigas zompopas. En el primer mes se aplicó el insecticida organofosforado Lorsban 50 WP a una dosis de 200 g, distribuidos en los agujeros de los hormigueros y cerca del camino de las hormigas. Con esta aplicación se logró controlar la población de zompopas. Al segundo mes después de la siembra aparecieron nuevamente las hormigas

por lo que se aplicó el insecticida Fipronil (Blitz 0,003 GB) a una dosis de 250 g, de igual manera en los agujeros de los hormigueros, lo cual fue suficiente para su combate.

La cosecha se realizó a los 125 días después de la siembra. De cada unidad experimental, se cosecharon 10 plantas en zigzag, de los 2 surcos centrales, para un total de 40 plantas por genotipo. A cada planta se le evaluó el peso fresco del follaje (kg), el número de raíces reservantes y el peso fresco de las raíces reservantes (kg). Se determinó el peso seco del follaje en una muestra de 250 g, así como el contenido de materia seca (%) del follaje y de la raíz reservante. Para ello, se tomó 8 submuestras de 250 g por variedad y se colocaron en una estufa a 70°C durante 72 horas. El contenido de materia seca se determinó una vez alcanzado un peso constante. Finalmente, del total de raíces reservantes de cada genotipo se determinó el número y peso (kg) de raíces reservantes comercializables y su respectiva clasificación según los 2 mercados de acceso para el consumidor final: supermercados y ferias del agricultor. Para ello se utilizó la clasificación que aparece en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación por peso de la raíz reservante comercializable de camote según mercado: supermercados y ferias del agricultor en Costa Rica.

Clasificación	Peso (g)	Supermercado	Ferias del agricultor
Pequeño	<150g	Rechaza	Rechaza
Mediano 1	150g≤250g	Acepta	Acepta
Mediano 2	250g≤500g	Acepta	Acepta
Grande	500g≤750g	Rechaza	Acepta
Extra grande	>750g	Rechaza	Acepta

El rendimiento.ha⁻¹ se extrapólo con base en una densidad poblacional de 33 000 plantas por hectárea.

Los datos fueron procesados y analizados con el programa estadístico InfoStat versión 2013 (Di Rienzo et ál. 2013). Se realizó un análisis de varianza para cada variable, así como una prueba

Tukey de comparación de medias, con un nivel de significancia del 5%. Para la clasificación del peso comercial de la raíz reservante y su aceptación por los 2 sistemas de mercado, se realizó un análisis de Chi-cuadrado con el programa R, versión 3.0.1 “GOOD SPORT” (R Core Team 2013), para determinar su distribución.

RESULTADOS

El análisis de varianza (Cuadro 4) mostró que las variedades difirieron significativamente ($p=0,0001$) en todas las variables evaluadas: peso fresco y seco foliar, peso fresco y seco de raíz reservante, número de raíces reservantes, peso de raíz reservante/planta y rendimiento. También se observó un efecto significativo ($p=0,0001$)

del bloque para las variables peso fresco y peso seco foliar, lo que indica que el diseño en bloques mejoró la precisión del ensayo para estas variables. En este caso, es probable que la significancia presente entre los bloques laterales, sea el resultado de la influencia del borde, es decir, al no presentar competencia como en los bloques centrales, los laterales se pudieron ver afectados por esa situación, de ahí su diferencia.

Cuadro 4. Análisis de varianza para las variables de respuesta evaluadas.

Variable	Unidad	Análisis de variancia (SC tipo III)					
		CM		F		p-valor	
		Variedad	Bloque	Variedad	Bloque	Variedad	Bloque
Peso fresco foliar	(kg.planta ⁻¹)	3,84	6,17	33,3	53,55	<0,0001	<0,0001
Peso seco foliar	(g*)	15,09	82,37	4,02	21,96	0,0001	<0,0001
Contenido de materia seca foliar	(%)	2,41	13,18	4,02	21,96	0,0001	<0,0001
Peso fresco de raíz	(kg.planta ⁻¹)	5,85	0,48	33,38	2,72	<0,0001	0,0438
Peso seco de raíz	(g*)	726,71	5,01	66,37	0,46	<0,0001	0,7124
Contenido de materia seca de raíz reservante	(%)	116,27	0,8	66,37	0,46	<0,0001	0,7124
Número de raíces comerciales	Cantidad	74,32	11,77	21,74	3,44	<0,0001	0,0167
Rendimiento	(t.ha ⁻¹)	6366,58	453,48	33,22	2,37	<0,0001	0,0701

*Cantidad de gramos a partir de 250 g de materia fresca.

Peso fresco y contenido de materia seca foliar

La variedad Criollo presentó el mayor peso fresco foliar, significativamente diferente a las otras variedades, con excepción de la variedad Picadito (Cuadro 5). Las variedades Jewel, Japanese, Okinawa y Zanahoria formaron un segundo grupo, con un rango de peso fresco foliar de 1,45 a 1,68 kg.planta⁻¹. Siguió las variedades Carolina Ruby (1,29 kg.planta⁻¹) y White Delite (1,29 kg.planta⁻¹), mientras que el menor peso fresco foliar correspondió a la

variedad O'Henry, que no difirió estadísticamente de las variedades Beauregard, Hernández, Carolina Rose, y Exportación, con valores entre 1,08 y 1,24 kg.planta⁻¹.

El contenido de materia seca foliar varió entre 5,08% y 6,74%, con un promedio de 5,80%. La variedad Zanahoria presentó el mayor contenido de materia seca foliar, estadísticamente diferente a las variedades Hernández, Jewel, Carolina Rose y Exportación, con los valores más bajos, entre 5,08% y 5,31%. Las variedades Beauregard,

Cuadro 5. Contenido de materia fresca y seca, número de raíces comercializables y rendimiento total de las variedades de camote (*I. batatas* L.) evaluadas en campo.

Variedad	Peso fresco foliar (kg.planta ⁻¹)	Peso seco foliar (g.**)	Contenido de materia seca foliar (%)	Peso fresco de raíz reservante (kg. planta ⁻¹)	Peso seco de raíz reservante (g.***)	Número de raíces reservantes (Promedio/planta)	Rendimiento (t.ha ⁻¹)*	Contenido de materia seca de raíz reservante (%)
Beauregard	1,11 (ab)	15,74 (abc)	6,30 (abc)	1,08 (def)	47,79 (ab)	3,75 (cde)	35 (def)	19,11 (ab)
Hernández	1,24 (abc)	12,69 (a)	5,08 (a)	1,02 (def)	53,88 (cde)	4,8 (efg)	33 (def)	21,55 (cde)
Jewel	1,45 (cde)	12,9 (a)	5,16 (a)	0,81 (cd)	56,86 (de)	2,93 (bc)	27 (cd)	22,74 (de)
Carolina Ruby	1,29 (abcd)	15,56 (abc)	6,23 (abc)	1,28 (fg)	51,64 (abcd)	6,13 (g)	42 (fg)	20,65 (abcd)
Carolina Rose	1,11 (ab)	12,98 (a)	5,19 (a)	1,25 (fg)	49,16 (abc)	3,05 (bc)	41 (fg)	19,66 (abc)
O' Henry	1,08 (a)	14,8 (abc)	5,92 (abc)	1,24 (fg)	58,06 (e)	5,2 (fg)	41 (fg)	23,22 (e)
White Delite	1,34 (bcd)	14,64 (abc)	5,86 (abc)	0,65 (bc)	52,63 (bcde)	4,5 (def)	21(bc)	21,05 (bcde)
Picadito	1,89 (fg)	13,93 (abc)	5,57 (abc)	0,64 (bc)	68,29 (f)	2,25 (ab)	21(bc)	27,31 (f)
Japanese	1,53 (de)	14,84 (abc)	5,94 (abc)	0,88 (cde)	77,04 (g)	3,28 (bcd)	29 (cde)	30,81 (g)
Okinawa	1,68 (ef)	13,8 (abc)	5,52 (abc)	0,36 (ab)	68,88 (f)	1,45 (a)	12 (ab)	27,55 (f)
Criollo	2,04 (g)	16,43 (bc)	6,57 (bc)	0,19 (a)	46,75 (a)	1,98 (ab)	6 (a)	18,70 (a)
Exportación	1,16 (ab)	13,26 (ab)	5,31 (ab)	1,18 (efg)	50,91 (abc)	2,73 (abc)	39 (efg)	20,36 (abc)
Zanahoria	1,63 (e)	16,85 (c)	6,74 (c)	1,47 (g)	47,91 (ab)	2,78 (abc)	48 (g)	19,16 (ab)

*Rendimiento total a una densidad de siembra de 33 000 plantas.ha⁻¹.

**Cantidad en gramos a partir de 250 g de materia fresca.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) según la prueba de Tukey.

Carolina Ruby, O'Henry, White Delite, Picadito, Japanese, Okinawa, Exportación y Criollo mostraron un contenido de materia seca foliar similar al de la variedad Zanahoria, en un rango de 5,52% a 6,57% (Cuadro 5).

Peso fresco de raíz reservante

El peso fresco de la raíz reservante varió entre 0,19 y 1,47 kg.planta⁻¹, con un promedio de 0,93 kg.planta⁻¹ (Cuadro 5). La variedad Zanahoria mostró la mayor masa fresca de raíz reservante, 1,47 kg.planta⁻¹ y la variedad Criollo la menor, 0,19 kg.planta⁻¹. Las variedades en relación con el peso fresco de la raíz reservante, se pueden agrupar según aquellas variedades que presentaron un peso fresco de raíz reservante menor o igual a un kilogramo por planta: Jewel, White Delite, Picadito, Japanese, Okinawa y Criollo. El otro grupo, con variedades cuyo peso de raíz reservante fue mayor a un kilogramo por planta: Beauregard, Hernández, Carolina Ruby, Carolina Rose, O'Henry, Exportación y Zanahoria. En general, se observó una relación inversa entre el peso fresco foliar y el peso fresco de raíz reservante para las variedades evaluadas; únicamente las variedades Jewel y White Delite presentaron valores bajos para ambas variables.

El peso fresco de la raíz reservante varió entre 0,19 y 1,47 kg.planta⁻¹, con un promedio de 0,93 kg.planta⁻¹ (Cuadro 5). La variedad Zanahoria mostró la mayor masa fresca de raíz reservante, 1,47 kg.planta⁻¹ y la variedad Criollo la menor, 0,19 kg.planta⁻¹. De acuerdo con el peso evaluado se pueden clasificar las variedades en 2 grupos, aquellas con un peso menor a 1,0 kg.planta⁻¹ (Jewel, White Delite, Picadito, Japanese, Okinawa y Criollo) y las que produjeron más de 1,0 kg.planta⁻¹ (Beauregard, Hernández, Carolina Ruby, Carolina Rose, O'Henry, Exportación y Zanahoria). En general, se observó una relación inversa entre el peso fresco foliar y el peso fresco de raíz reservante para las variedades evaluadas; únicamente las variedades Jewel y White Delite presentaron valores bajos para ambas variables.

Número de raíces reservantes comercializables

El número de raíces reservantes por planta varió significativamente entre 1,0 y 6 (media=3). Las variedades conformaron 4 grupos: aquellas con un número de raíces reservantes comercializables mayor de 4 (White Delite, Hernández, O'Henry y Carolina Ruby), con un número entre 3 y 4 (Carolina Rose, Japanese y Beauregard), entre 2 y 3 (Picadito, Exportación, Zanahoria y Jewel) y menos de 2 raíces reservantes comercializables (Criollo y Okinawa) (Cuadro 5).

Rendimiento total de raíces reservantes

Con base en el peso fresco por planta de raíz reservante se estimó el rendimiento total por hectárea con una densidad de siembra de 33 000 plantas.ha⁻¹ (Cuadro 5). El rendimiento total varió significativamente entre los genotipos con un rango de 6 t.ha⁻¹ para Criollo a los 48 t.ha⁻¹ para Zanahoria. La media rendimiento fue de 30,5 t.ha⁻¹. Las variedades Carolina Ruby, Carolina Rose y O'Henry mostraron rendimientos iguales o superiores a 40 t.ha⁻¹ y no difirieron de la variedad Zanahoria. El rendimiento de las variedades Beauregard, Hernández, Japanese y Exportación estuvo entre 29 y 39 t.ha⁻¹ y el de las variedades Jewel, White Delite y Picadito entre 20 y 27 t.ha⁻¹. La variedad Okinawa tuvo un rendimiento de 12 t.ha⁻¹, estadísticamente similar a la variedad Criollo. Si se considera que la variedad Criollo es la que más se cultiva en el país, todas las variedades evaluadas presentaron rendimientos superiores a ésta y superiores al rendimiento nacional (7,8 t.ha⁻¹).

Rendimiento comercializable de raíces reservantes

La comercialización del camote en Costa Rica ocurre en 2 mercados de acceso para el consumidor final, el sistema de supermercados y el sistema de ferias del agricultor. Ambos mercados rechazan raíces reservantes con un peso menor a 150 g. Los supermercados también rechazan raíces reservantes con un peso superior a los 500 g (Cuadro 3).

El Cuadro 6 muestra el rendimiento comercializable de raíz reservante y el porcentaje de aceptación para las variedades de camote evaluadas, en los 2 principales mercados en Costa Rica, supermercado y feria del agricultor. Para supermercado, el rendimiento comercializable varió de 0 t.ha⁻¹ para la variedad Criollo a 15 t.ha⁻¹ de la variedad Zanahoria, con un promedio general de 9,50 t.ha⁻¹. Para la feria del agricultor, se obtuvo un rango de 0 t.ha⁻¹ (Criollo) a 31 t.ha⁻¹

(Zanahoria) y una media de 17,5 t.ha⁻¹. En relación con los porcentajes de aceptación y rechazo, hubo diferencias significativas entre variedades para cada tipo de mercado, supermercado ($p=1,746e-11$) y feria del agricultor ($p<2,2e-16$, según la prueba de chi-cuadrado). En supermercados, el porcentaje de aceptación varió de 0% Criollo a 48% O'Henry, con una media de 26,0%. Para la feria del agricultor osciló entre 0% Criollo y 75% Zanahoria, con una media de 56,0%.

Cuadro 6. Rendimiento de raíces comercializables, de acuerdo con los tipos de mercado (supermercados y ferias del agricultor) de las variedades de camote evaluadas en campo.

Variedad	Tipo de mercado			
	Supermercados		Ferias del Agricultor	
	Acepta (%)	Rendimiento aceptado (t.ha ⁻¹)	Acepta (%)	Rendimiento aceptado (t.ha ⁻¹)
Beauregard	31,0	11,0	64,0	22,5
Hernández	42,0	14,0	63,0	21,0
Jewel	24,0	6,5	71,0	19,0
Carolina Ruby	39,0	16,4	51,0	21,5
Carolina Rose	28,0	11,5	74,0	30,0
O' Henry	48,0	19,7	60,0	24,5
White Delite	26,0	5,5	39,0	8,0
Picadito	23,0	5,0	68,0	14,0
Japanese	21,0	6,0	56,0	16,0
Okinawa	12,0	1,4	48,0	5,7
Criollo	0,0	0,0	0,0	0,0
Exportación	21,0	8,0	65,0	25,0
Zanahoria	25,0	12,0	75,0	36,0
	$\chi^2=76,7063$, $df=12$, $p=1,746e-11$		$\chi^2=297,504$, $df=48$, $p<2,2e-16$	

Contenido de materia seca raíz reservante

El contenido de materia seca de la raíz reservante varió entre 18,70 y 30,81%, correspondiente a las variedades Criollo y Japanese, respectivamente, con un promedio de 22,45%. La separación de las variedades de acuerdo con la masa seca se establecieron en 2 grupos:

aquellas variedades que mostraron valores iguales o inferiores al 20%, concretamente las variedades Beauregard, Carolina Ruby, Carolina Rose, Criollo, Exportación y Zanahoria y un segundo grupo formado por las variedades Hernández, Jewel, O'Henry, White Delite, Picadito, Japanese y Okinawa con valores superiores al 20% de masa seca (Cuadro 5).

DISCUSIÓN

Las variedades difirieron significativamente en rendimiento total y comercial, así como en contenido de materia seca, lo que refleja la diferente composición genética de cada variedad (Mukhtar et ál. 2010). Si se considera la variedad Criollo como la estándar del cultivo en Costa Rica, las otras variedades presentaron rendimientos mayores y contenidos de materia seca, en promedio, superiores. Esto indica que las variedades evaluadas tienen potencial de cultivo en el país. La reciente introducción y adopción por los productores costarricenses de las variedades “Exportación” y “Zanahoria” indican su receptividad hacia nuevos materiales. Resultados similares han sido obtenidos por otros investigadores en otros países (Yildirim et ál. 2011, Gonçalves Neto et ál. 2011, Vimala et ál. 2011, Adebola et ál. 2013). Las condiciones edafoclimáticas (Cuadro 2, Figura 2) fueron adecuadas para el crecimiento y desarrollo de los genotipos, dichas condiciones similares a las reportadas por los autores Sierra et ál. (2005) y EEDH (2010).

El rendimiento total de las variedades de camote varió entre 6 t.ha⁻¹ (Criollo) y 48 t.ha⁻¹ (Zanahoria), con una media de 30 t.ha⁻¹; mientras que el comercializable osciló de 0 t.ha⁻¹ (Criollo) a 31 t.ha⁻¹ (Zanahoria) y un promedio entre 10 y 17 t.ha⁻¹ según el mercado. Estos rendimientos superan el rendimiento promedio nacional, que varía entre 5,0 y 7,8 t.ha⁻¹ (SEPSA).

Por otra parte, los rendimientos obtenidos para las variedades evaluadas corresponden al rango observado para estos genotipos en diferentes localidades y bajo diferentes sistemas de manejo. Para la variedad Beauregard los rendimientos varían de 16 t.ha⁻¹ a 84 t.ha⁻¹ (Coolong et ál. 2012, Yencho et ál. 2008, Okpul et ál. 2011, Collins et ál. 1999, Jackson y Bohac 2006, Njiti et ál. 2013, Lawson y Hannan 2010, Phillips et ál. 2005); para Hernández, 50 t.ha⁻¹ (Lawson y Hannan 2010); Carolina Ruby, entre 18 y 25 t.ha⁻¹ (Collins et ál. 1999, Grube 2008); Picadito, 10 t.ha⁻¹ (Jackson y Bohac 2006); Jewel, 12 a 36 t.ha⁻¹ (Thompson et ál. 1992, Grube 2008); Japanese, entre 11 y 17 t.ha⁻¹ (Grube 2008);

Okinawa, 18 t.ha⁻¹ (Miyasaka y Arakaki 2010) y O’Henry, entre 14 y 28 t.ha⁻¹ (Grube 2008, Lawson y Hannan 2010). En las condiciones del presente trabajo estas variedades mostraron un rendimiento promedio de 36 t.ha⁻¹ Beauregard, 33 t.ha⁻¹ Hernández, 42 t.ha⁻¹ Carolina Ruby, 20 t.ha⁻¹ Picadito, 27 t.ha⁻¹ Jewel y 41 t.ha⁻¹ O’Henry, todas en el rango de rendimiento a excepción de Picadito, con un rendimiento superior. Para las otras variedades no se obtuvo datos de su rendimiento para comparación.

A pesar de las diferencias obtenidas en rendimiento entre las variedades evaluadas, un factor importante a considerar es que todas se cosecharon a los 125 días después de la siembra, no obstante, varían en su ciclo de cultivo pues algunas presentan ciclo temprano como Beauregard (80 y 100 días), Carolina Ruby (80 a 90 días) y Picadito (90 a 95 días) y otras de ciclo largo como Okinawa (140 días) (Cuadro 1). El tiempo de maduración hasta cosecha es importante ya que las raíces reservantes de camote continúan su crecimiento, aún después de alcanzar un tamaño comercial. Las variedades que se cosechan a los 90 días serán demasiado grandes para los supermercados, si se dejan en el campo hasta 110 o 120 días. Por otro lado, en las variedades con un tiempo a cosecha mayor a 125 días, las raíces reservantes todavía no tendrían el tamaño comercial, hasta que cumplieran su ciclo de cultivo, lo cual es variable para cada genotipo. Ehisianya et ál. (2011) determinaron que el tiempo a cosecha afecta significativamente el rendimiento, componentes de rendimiento y contenido de materia seca del camote. En adición el tiempo a cosecha afecta la composición y calidad nutricional de la raíz reservante (Chattopadhyay et ál. 2006) por lo que es necesario establecer el tiempo de cosecha óptimo para cada variedad, a fin de optimizar los rendimientos.

Las variedades evaluadas en este estudio fueron micropropagadas y se utilizó vitroplantas como material de siembra. El uso de plantas micropropagadas o de esquejes tomados de estas resulta en incrementos en el rendimiento de las variedades de camote entre 81 y 224%, en comparación a la “semilla” que el productor utiliza

regularmente, sobre todo cuando las vitroplantas están libres de virus (Gao et ál. 2000, Matimati et ál. 2005, Clark y Hoy 2006, Mutandwa 2008). Sin embargo, recientemente, Okpul et ál. (2011) demostraron que el beneficio de utilizar vitroplantas depende de la variedad. Para variedades de camote australianas y americanas estos autores determinaron un incremento promedio del rendimiento de 38% en tanto que para variedades de Papúa Nueva Guinea, el rendimiento promedio fue menor en un 36%. Lo anterior podría explicar el menor rendimiento mostrado por la variedad Criollo, que no produjo raíces comercializables para ninguno de los mercados. Para la variedad Beauregard se ha obtenido incrementos en el rendimiento entre 81 y 148% con el uso de plantas micropropagadas (Gao et ál. 2000, Okpul et ál. 2011). Alternativamente, el bajo rendimiento de la variedad Criollo podría estar asociado a un efecto de juvenilidad que también depende del genotipo. Alam et ál. (2013) demostraron que el rendimiento de la primera generación vitroplantas, fue menor en un rango de 37 a 84% en relación con plantas de la segunda generación o esquejes tomados de las plantas micropropagadas.

El rendimiento es quizás el factor más determinante en la selección y adopción de nuevas variedades de camote por parte de los productores (Njoku 2006). De los componentes de rendimiento, el peso de raíz reservante comercializable representa la fracción que genera los ingresos para el productor en el mercado. En Costa Rica existen 2 mercados principales de acceso para el consumidor final que son las ferias del agricultor y los supermercados independientes o cadenas de supermercados. Todas las variedades evaluadas superaron a la variedad Criollo en porcentaje de aceptación de raíz reservante para ambos mercados. Los porcentajes de aceptación fueron mayores para las ferias del agricultor ya que los supermercados aceptan solo 2 de las 5 categorías presentes en la producción, correspondientes a los tamaños mediano 1 (150 a 250 g) y mediano 2 (250 a 500 g), en tanto que las ferias del agricultor solo rechazan tamaños inferiores a 150 g y aceptan superiores a 500 g (categorías

grande y extra grande). No obstante el productor podría obtener un ingreso adicional si comercializa el rechazo como fuente para alimento animal (Peters et ál. 2002, Jusuf y Peters 2005) o bien, a mediano plazo, para uso industrial (obtención de harina y otros) (Fonseca et ál. 1993).

La aceptabilidad de nuevas variedades por los consumidores, por otra parte, se basa en otras características como forma, color de piel, apariencia, sabor y valor nutricional (Tomlins et ál. 2000, Laurie 2010, Leksrisompong et ál. 2012). La mayoría de las variedades evaluadas presentan pulpa color naranja, crema o morada, indicativo de un alto contenido de β -carotenos, (pulpa naranja o crema) y flavonoides, principalmente del grupo de las antocianinas (pulpa morada), en comparación con variedades de pulpa color blanco como la variedad local Criollo (Teow et ál. 2007, Rumbaoa et ál. 2009, Truong et ál. 2012). Estos compuestos son importantes para el suministro de vitamina A como β -carotenos son precursores de vitamina A, cuya deficiencia está asociada con problemas de ceguera y del sistema inmunológico y para la producción de antioxidantes encargados de evitar la formación de radicales libres (Jusuf et ál. 2006, Hue et ál. 2011, Farber et ál. 2013). Estas características podrían ser útiles para promover en la población costarricense el consumo de las variedades evaluadas. Leksrisompong et ál. (2012) realizaron un estudio sensorial de 12 genotipos de camote, en el que incluyeron las variedades Beauregard, Hernández, Carolina Ruby, Okinawa, Japanese y O'Henry. Ese estudio demostró que los camotes con colores poco familiares son aceptados por los consumidores, siempre y cuando las otras características sensoriales como sabor, textura, aroma, sabor básico o distintivo sean también aceptadas. La mayoría de los panelistas prefirieron camotes de pulpas naranja, seguidas por los de pulpa morada y en tercer lugar los de pulpa amarilla.

El contenido de materia seca de las variedades evaluadas varió de 18,70% a 27,55%, con una media de 22,45%. El contenido promedio de materia seca en camote es de aproximadamente 30% y rangos como los encontrados en

el presente trabajo son comunes (Teow et ál. 2007, Bengtsson et ál. 2008, Kapinga et ál. 2007, Islam et ál. 2002, Yeng et ál. 2012, Marzouk et ál. 2011, Mcharo y Ndolo 2013). El contenido de materia seca varía ampliamente debido a factores tales como la variedad, la localidad, el clima, la duración del día, el tipo de suelo, la incidencia de plagas, enfermedades y las prácticas de cultivo (Vimala et ál. 2011, Laurie 2010, Yeng et ál. 2012). Para la variedad Beauregard el contenido de materia seca varía entre 17,8 a 21,8% (Yencho et ál. 2008, Laurie 2010), que coincide con lo observado en el presente estudio (19,11%).

El contenido de materia seca está relacionado con la aceptación del consumidor final. En general, variedades de camote con altos contenidos de materia seca entre 22 y 26% son mejor aceptadas tanto por niños como adultos (Laurie y Magoro 2008, Laurie 2010), aunque esto puede variar según la población meta (Leksrisompong et ál. 2012). Las variedades Hernández, Jewel, O'Henry, Picadito, Japanese y Okinawa presentaron contenidos de materia dentro y superior al rango mencionado.

En conclusión, los rendimientos totales y comerciales de raíces reservantes alcanzados por las nuevas variedades de camote evaluadas indican su potencial de cultivo en Costa Rica. Las variedades más destacables con base al rendimiento y a su similitud, con lo que actualmente se comercializa en el país son: Beauregard, Hernández, Carolina Rose, Carolina Ruby y O' Henry; por sus altos rendimientos, buena apariencia y diverso color de pulpa, la promoción y cultivo de estas variedades permitiría ampliar la base genética actual de producción local de camote. Por otra parte, al ser de pulpa color naranja y crema son una opción para ofrecer un producto con mayor valor nutricional a los costarricenses y apoyar su seguridad alimentaria.

LITERATURA CITADA

ABIDIN P.F., van EEUWIJK F., STAM P., STRUIK C., MALOSETTI M., MWANGA M., ODONGO B., HERMANN M., CAREY E. 2005. Adaptation and stability analysis of sweet potato varieties for low-

input systems in Uganda. *Plant Breeding* 124:491-497.

ADEBOLA P., SHEGRO A., LAURIE S., ZULU L., PILLAY M. 2013. Genotype x Environment interaction and yield stability estimate of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) breeding lines in South Africa. *Journal of Plant Breeding and Crop Science* 5(9):182-186.

ALAM I., SHARMIN A., NAHER K., ALAM J., ANISUZZAMAN M., ALAM F. 2013. Elimination and detection of viruses in meistem-derived plantlets of sweetpotato as a low-cost option toward commercialization. *Biotech.* 3:153-164.

ALVARADO L. 2012. Análisis de mercados del cultivo del camote. Boletín informativo N°. 1. CNP. San José, Costa Rica. 18 p.

BENGTSSON A., NAMUTEBI A., ALMINGER M., SVANBERG U. 2008. Effects of various traditional processing methods on the all-trans- β -carotene content of orange-fleshed sweet potato. *Journal of Food Composition and Analysis* 21:134-143.

CHATTOPADHYAY A., CHAKRABORTY I., MUKHOPADHYAY K., KUMAR R., SEN H. 2006. Compositional Changes of sweetpotato as Influenced by Cultivar, Harvest date and Cooking. *Acta Hort.* 703:211-218.

CLARK C., HOY W. 2006. Effects of common viruses on yield and quality of Beauregard sweetpotato in Louisiana. *Plant Dis.* 90:83-88.

COLLINS W., CAREY E., MOK G., THOMPSON P., ZHANG. 1999. Utilization of sweetpotato genetic resources to develop insect resistance, pp. 193-205. In: S.L. Clement and S.S. Quisenberry. *Global Genetic Resources for Insect-Resistant Crops.*

COOLONG T., BESSIN R., WOODS T., FANNIN S. 2012. Sweet potato production for Kentucky. *SARE.* 16 p.

DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. 2013. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

EEDH (ESTACIÓN EXPERIMENTAL DONOSO HUARAL). 2010. Cuatro nuevas variedades de camote para el Perú. CIP-INIA. 4 p.

EHISIANYA C., LALE N., UMEZOR O., AMADI C., ZAKKA U. 2011. Evaluation of Effectiveness of Variety, Tillage Method and Time of Harvest on sweetpotato yield and the population of sweetpotato weevil, *Cylaspuncticollis* (Boheman) (Coleoptera:Brentidae). *International journal of Advanced Scientific and technical Research* 1(2):165-183.

FONSECA C., MOLINA P., CAREY E. 1993. Selección de nuevas variedades de camote (Batata) con la participación de agricultores. Guía de Investigación CIP 5. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 28 p.

- FUGLIE O. 2007. Priorities for sweet potato Research in Developing Countries: Results of a Survey. *HortScience* 45(5):1200-1206.
- GAO F., GONG Y., ZHANG P. 2000. Production and deployment of virus-free sweetpotato in China. *Crop Protection* 19:105-111.
- GONÇALVES NETO C., MALUF R., GOMES A., GONÇALVES S., SILVA F., LASMAR A. 2011. Aptoos de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal. *Pesq. Agropec. Bras.* Brasília 46(11):1513-1520.
- GRUBE B. 2008. Sweetpotatoes in Northern New England. University of New Hampshire. 4 p.
- GRÜNEBERG J., MANRIQUE K., ZHANG D., HERMANN M. 2005. Genotype X Environment Interactions for a Diverse Set of Sweetpotato Clones Evaluated across Varying Ecogeographic Conditions in Perú. *Crop Science* 45:2160-2171.
- HALDAVANKA P., JOSHI G. BHAVE S., KANDEKAR R., SAWANT S. 2009. Stability of yield and yield attributing phenotypic characters in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Journal of Root Crops* 35(1):28-35.
- HERNÁNDEZ R. 1995. Cultivo de la batata. Fundación de Desarrollo Agropecuario. República Dominicana. Sol de Invierno S.A. Bolteín Técnico N°. 24. 42 p.
- HUE M., BOYCE N., SOMASUNDRAM C. 2011. Comparative study on the Antioxidant activity of leaf extract and Carotenoids extract from *Ipomoea batatas* var. Oren (Sweet potato) leaves. *Engineering Technology* 4 p.
- ISLAM J., HAQUE Z., MAJUNDER K., HAQUE M., HOSSAIN F. 2002. Growth and Yield Potential of Nine Selected Genotypes of Sweet potato. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 5(5):537-538.
- JARRET R. 1991. Cultivo de tejidos de camote, pp. 421-446 In: W. Roca y L. Mroginski (eds.). *Cultivo de Tejidos en la Agricultura: Fundamentos y Aplicaciones*. CIAT, Cali, Colombia.
- JACKSON M., BOHAC R. 2006. Improved Dry-Fleshed Sweetpotato Genotypes Resistant to Insect Pests. *Plant Resistant* 99(5):1877-1883.
- JUSUF M., HILMAN Y., GINTING E., SETIAWAN A. 2006. Selection of Sweetpotato Clones with High Anthocyanin Content in Indonesia. *Acta Hort.* 703:165-170.
- JUSUF M., PETERS D. 2005. Adaptation and Yield Stability of Sweetpotato Clones for Human and Pig Food in Mountainous Areas of Jayawijaya, Irian Jaya, Indonesia. *Root and tuber Crops* 670:189-197.
- KAPINGA R., NDUNGURU J., MULOKOZI G., TUMWEGAMIRE S. 2007. Impact of common sweetpotato viruses on total carotenoids and root yields of an orange-fleshed sweetpotato in Tanzania. *Scientia Horticulturae* 122:1-5.
- LAURIE S. 2010. Agronomic performance, consumer acceptability and nutrient content of new sweet potato varieties in South Africa. PhD thesis. University of the Free State. 247 p.
- LAURIE S., MAGORO M. 2008. Evaluation and release of new sweet potato varieties through farmer participatory selection. *African Journal of Agricultural Research* 3(10):672-676.
- LAWSON V., HANNAN J. 2010. Sweet Potato Cultivar Trial. *Midwest Vegetable Trial Report*. 2 p.
- LEKSRISOMPONG P., WHITSON M., TROUNG V., DRAKE M. 2012. Sensory attributes and consumer acceptance of sweet potato cultivars with varying fresh colors. *Journal of Sensory Studies* 27:59-69.
- MANRIQUE K., HERMANN M. 2002. Comparative study to determine stable performance in sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) regional trials. *Acta Horticulturae* 583:87-94.
- MARZOUK M., EL-BELTAGY S., ABOU-HUSSEIN D., EL-BEDEWY R., EL-ABD O. 2011. Performance of Selected Sweet Potato Germplasms under Egyptian Conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5(10):18-21.
- MATIMATI I., HUNGWE E., MURUNGU S. 2005. Vegetative Growth and Tuber Yields of Micropropagated and Farm-retained Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Cultivars. *Journal of Agronomy* 4(3):156-160.
- MCHARO M., NDOLO P. 2013. Root-yield performance of pre-release sweet potato genotypes in Kenya. *Journal of Applied Biosciences* 65:4914-4921.
- MIYASAKA S., ARAKAKI A. 2010. A Sweetpotato Variety Trial on Hawai'i: Preliminary Results. University of Hawaii. CTAHR. 4 p.
- MUKHTAR A., TANIMU B., ARUNAH L., BABAJI A. 2010. Evaluation of the Agronomic Characters of Sweet Potato Varieties Grown at Varying Levels of Organic and Inorganic Fertilizer. *World Journal of Agricultural Science* 6(4):370-373.
- MUTANDWA E. 2008. Performance of Tissue-cultured Sweet Potatoes Among Smallholder Farmers in Zimbabwe. *AgBioForum* 11(1):48-57.
- MWANGA M., ODONGO B., P'OBWOYA O., GIBSON W., SMIT M., CAREY E. 2001. Release of Five Sweetpotato Cultivars in Uganda. *HortScience* 36(2):385-386.
- NJITI N., XIA Q., TYLER S., STEWART D., TENNER T., ZHANG C., ALIPOE D., CHUKWUAMA F., GAO M. 2013. Influence of Prohexadione Calcium on Sweet potato growth a storage root yield. *HortScience* 48(1):73-73.
- NJOKU J. 2006. Multilocational Evaluation of New Sweetpotato Genotypes. NRCRI, Annual Report 124-157.
- OKPUL T., MALTBY J., GUAF E., COLEMAN A., DENNIEN S., HARDING M., DIETERS J.,

- GODWIN D. 2011. Cultivar-specific effects of pathogen testing on storage root yield of sweetpotato, *Ipomoea batatas*. *Annals of Applied Biology* 158:288-296.
- OSIRU M., OLANYA M., ADIPALA E., KAPINGA R., LEMAGA B. 2009. Yield stability analysis of *Ipomoea batatas* L., cultivars in diverse environments. *Australian Journal of Crop Science* 3(4):213-220.
- PETERS D., THITINH N., THACH P. 2002. Sweet potato Root Silage for Efficient and Labor-saving Pig Raising in Vietnam. AGGRIPA. Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. http://www.fao.org/docrep/article/agrippa/554_en.htm
- PHILLIPS S., WARREN J., MULLINS, G. 2005. Nitrogen Rate and Application Timing Affect "Beauregard" Sweet potato Yield and Quality. *HortScience* 40(1):214-217.
- R CORE TEAM 2013. R: A language and environment for statistical computing. (version 3.0.1 "GOOD SPORT"). R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- RUMBAAO R., CORNAGO D., GERONIMO I. 2009. Phenolic content and antioxidant capacity of Philippine sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties. *Food Chemistry* 113:1133-1138.
- SEPSA (SECRETARÍA EJECUTIVA DE PLANIFICACIÓN SECTORIAL AGROPECUARIA). 2012. Boletín estadístico agropecuario. Serie cronológica 2008-2011. San José. Costa Rica. 208 p.
- SIERRA E., CRUZ J., CASACA D. 2005. Guías Tecnológicas de frutas y vegetales: El Cultivo del Camote (*Ipomoeae batatas*). Ed. Promosta, Dicta. N° 6. 13 p.
- TEOW C., TRUONG D., MCFEETERS R., THOMPSON R., PECOTA V., YENCHO C. 2007. Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry* 103:829-838.
- THOMPSON G., SMITTLE A., HALL R. 1992. Relationship of sweet potato yield and quality to amount of irrigation. *HortScience* 27(1):23-26.
- TOMLINS K., RWIZA E., NYANGO M., AMOUR R., NEGENDELLO T., KAPINGA R., REES D. 2000. The use sensory evaluation and consumer acceptability for the selection of sweet potato cultivars in East Africa. DFID. Harvest Research Programme. Tanzania. 15 p.
- TRUONG D., HU Z., THOMPSON L., YENCHO C., PECOTA V. 2012. Pressurized liquid extraction and quantification of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato genotypes. *Journal of food composition and Analysis* 26:96-103.
- VALVERDE R., MOREIRA M. 2004. Identificación de virus en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en Costa Rica. *Agronomía mesoamericana* 15(1):01-07.
- VIMALA B., SREEKANTH A., BINU H., WOLFGANG G. 2011. Variability in 42 Orange-Fleshed Sweet Potato Hybrids for Tuber Yield and Carotene y Dry matter Content. 40:190-200.
- YENCHO C., PECOTA V., SCHULTHEIS R., van ESBROECK P., HOLMES J., LITTLE E., THORTON A., TRUONG D. 2008. *HortScience* 43(6):1911-1914.
- YENG B., AGYARKO K., DAPAAH K., ADOMAKO J., ASARE E. 2012. Growth and yield of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) as influenced by integrated application of chicken manure and inorganic fertilizer. *African Journal of Agricultural Research* 7(39):5387-5395.
- YILDIRIM Z., TOKUSOGLU O., OZTURK G. 2011. Determination of sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) genotypes suitable to the Aegean region of Turkey. *Turkish Journal of Field Crops* 16(1):48-53.



