

Evaluación y selección de clones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del Plan Nacional de Semilla del INIA-Venezuela. Resultados preliminares

Evaluation and selection of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) clones from National Seed Plan of INIA-Venezuela. Preliminary results

Francia C. FUENMAYOR CAMPOS , Joan MONTILLA, José Gerardo ALBARRÁN, María PÉREZ, Luís Coromoto VACCARINO ARAY y Víctor F. SEGOVIA SEGOVIA

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuaria (CENIAP). Maracay, estado Aragua, Venezuela. E-mails: ffuenmayor@inia.gov.ve y ffuenmayor@yahoo.com
 Autor para correspondencia

Recibido: 10/08/2011 Fin de primer arbitraje: 25/01/2012 Primera revisión recibida: 08/03/2012
Fin de segundo arbitraje: 10/04/2012 Segunda revisión recibida: 20/04/2012 Aceptado: 25/04/2012

RESUMEN

El Plan Nacional de Semillas se implementó en el año 2004 bajo la responsabilidad del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA)-Venezuela, para garantizar la soberanía y seguridad alimentaria. Dentro del mismo se ha llevado a cabo el programa de Fitomejoramiento, cuyo objetivo fue obtener nuevas combinaciones genéticas mediante diferentes esquemas de cruzamiento y la selección y evaluación de genotipos en diferentes ambientes. Un programa de selección de cultivares se estableció en el año 2006, tanto para su empleo como progenitores para los cruzamientos libres y/o dirigidos, como para su uso comercial *per se*. Fueron instalados ensayos regionales en Anzoátegui, Aragua y Barinas y se evaluó rendimiento de raíces frescas (kg/ha), materia seca (%) y almidón (%) por el método gravimétrico. En el caso de Anzoátegui los clones con los mayores rendimientos fueron: SM 909-25 (44.163), Cacho e venado (37.971), Paiguanera (33.096), IM220 (31.867) e IM225 (31.533). En Aragua, los mejores clones fueron: Llavitera (37.023), IM-225 (26.833), Vara de Arpón (23.750), SM-909-25 (23.583) y Sardina (21.667) y en Barinas los mejores fueron: IM-225 (50.033), INIA-2000 (40.657), Venezuela-7 (34.600), CM 6740-7 (24.464), IM-220 (22.000). En relación a materia seca y almidón, los clones con los mayores valores para Anzoátegui fueron: CM 3306-4 (37 % y 35%, respectivamente), Vara de Arpón (34 y 32%, respectivamente), Sardina (33 y 31%, respectivamente), INIA-2000 y SM 909-25 (32 y 30%, respectivamente). Para el caso de Barinas todos los clones superaron el valor requerido por la agroindustria, siendo los clones con los mayores porcentajes: CM-3306-4 (48 y 45%, respectivamente), IM-220 y INIA-2000 (44 y 42%, respectivamente).

Palabras clave: *Manihot esculenta* Crantz, rendimiento, almidón, materia seca, mejoramiento genético

ABSTRACT

The National Seed Plan was implemented to ensure food sovereignty and security in 2004 in charge of National Agricultural Research Institute (INIA)-Venezuela. Within this Plan, the plant breeding program has been carried out, whose objective was to obtain new genetic combinations using different schemes of crossing and selection and evaluation of genotypes in different environments. In 2006, a program of selection of cultivars was established, both for use as parents for free and directed crosses and for use commercial *per se*. Regional trials were conducted in Anzoátegui, Aragua y Barinas and fresh root yield (kg/ha), dry matter and starch were evaluated. In the case of Anzoátegui, clones had the highest yields were: SM 909-25 (44,163), Cacho e venado (37,971), Paiguanera (33,096), IM220 (31,867), IM225 (31,533). In Aragua, best clones were Llavitera (37,023), IM-225 (26,833), Vara de Arpón (23,750), SM-909-25 (23,583) and Sardina (21,667) and for Barinas, the best were: IM- 225 (50,033), INIA-2000 (40,657), Venezuela-7 (34,600), CM 6740-7 (24,464), IM-220 (22,000). In relation to dry matter and starch, clones with the highest values for Anzoátegui were: CM 3306-4 (37 and 35%, respectively), Vara de Arpón (34 and 32%, respectively), Sardina (33 and 31%, respectively), SM-2000 and INIA 909-25 (32 and 30%, respectively). In the case of Barinas, all clones exceeded the required value by agribusiness, clones with the highest percentages: CM-3306-4 (48 and 45%, respectively), IM-220 and INIA-2000 (44 and 42%, respectively).

Key words: *Manihot esculenta* Crantz, yield, starch, dry matter, plant breeding.

INTRODUCCION

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) ocupa un lugar importante como fuente de energía producida en el trópico seguido de maíz, arroz, ocumo, sorgo y papa (Dufour, 1996, Ceballos *et al.*, 2002, Montaldo, 1989) Hoy en día, el cultivo se ha extendido a más de 90 países tropicales y subtropicales y es un componente básico en la dieta de más de 1000 millones de personas (FAO/FIDA, 2000). En Venezuela, la yuca es un cultivo agrícola de gran importancia económica, incluido como rubro estratégico dentro del Programa económico 2000, (MPPEF, 2000). Hasta la fecha, el cultivo no ha sido sembrado en forma extensiva en el país, aun cuando representa un gran potencial, tanto para la alimentación humana como para la alimentación animal. En el año 2008, solamente fueron cosechadas 44.430,15 hectáreas de yuca (MPPAT, 2011) y a través de un proyecto Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) se tiene como meta incrementar esta superficie hasta alcanzar 75.000 hectáreas, dado que además del consumo humano e industrial se están realizando estudios para obtener alcohol a partir del almidón de yuca, como catalizador en la gasolina sin plomo (PDVSA, 2009).

La mayoría de los clones que utilizan los agricultores provienen de plantaciones comerciales. Por otro lado la propagación se realiza con “semillas” (estacas) tomadas de cualquier zona de los tallos, aspecto que permite inferir que se trata de una semilla seleccionada sin criterios técnicos, lo que resulta en obtener semilla de baja calidad y consecuentemente bajos niveles de rendimiento en la cosecha. Es por ello que las estacas utilizadas por los agricultores generalmente no son las más adecuadas (Mantilla y Villafañe, 1996). Por otra parte, Venezuela carece de un sistema nacional de suministro de semillas de yuca sanas y no existe control fitosanitario de los clones cultivados. Por todas estas razones, en el país existe la necesidad de producir semillas que garanticen el suministro de clones o cultivares de alta calidad y rendimiento, adaptados a las diferentes zonas productoras de yuca. Además se plantea la necesidad de satisfacer una demanda de semilla que usualmente sobrepasa la disponibilidad del producto en el mercado. En este sentido, el Laboratorio de Biotecnología del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP) ubicado en Maracay, adaptó una metodología de propagación y de conservación *in vitro* de clones de

yuca a partir del cultivo de microestacas, y de saneamiento de clones mediante el cultivo *in vitro* de meristemas, para obtener plantas libres de virus, con alto potencial de propagación y de alta calidad (Albarrán *et al.*, 2003).

Asimismo se requiere la obtención de nuevos genotipos, seleccionados según los requerimientos de los agricultores y de la industria. El proceso de selección clonal en yuca debe cumplir varias etapas que van desde la colección, evaluación, caracterización y mantenimiento de una amplia base genética, hasta su liberación, previamente evaluadas y seleccionadas a través de ensayos regionales y posteriormente la multiplicación en las diferentes unidades productivas (Zambrano *et al.*, 2002).

A partir del año 2004 se implementó el Plan Nacional de Semillas, bajo la Coordinación del INIA-Venezuela, para garantizar la soberanía y seguridad alimentaria. Dentro del mismo se ha llevado a cabo el programa de Fitomejoramiento, que incluye la evaluación, selección de clones de yuca y obtención de semilla genética, cuyo objetivo fue la evaluación de clones de los bancos de germoplasma de yuca del INIA a fines de identificar los genotipos de comportamiento superior que serán empleados como fuentes de genes, obtener nuevas combinaciones genéticas mediante diferentes esquemas de cruzamiento y la selección y evaluación de genotipos en diferentes ambientes.

El programa de mejoramiento de yuca contempla, por una parte obtener clones mejorados que contengan bajos contenidos de ácido cianhídrico (HCN) en las raíces (dulces), para el consumo animal o humano directo, y por otra parte, obtener clones mejorados con moderados contenidos de ácido cianhídrico (amargos), orientados al procesamiento industrial. Para ambos tipos de clones, deben seleccionarse aquellos preferentemente con las siguientes características: tolerancia a las principales plagas y enfermedades, rendimiento de raíces frescas superiores a 10.713,21 Kg/ha (MPPAT, 2011), índices de cosecha superiores a 0,6 y valores de materia seca y almidón, superiores a 35 y 30%, respectivamente.

A partir del año 2006, se estableció un programa continuo de selección de cultivares, para su empleo como progenitores en cruzamiento libre y/o dirigidos, o para su uso *per se*, como cultivares comerciales. En este aspecto fueron multiplicados

clones élitos *in vitro* y *ex vitro* (campo) para evaluarlos en ensayos regionales y luego seleccionar los más promisorios por zona productora y recomendarlos a los productores.

MATERIALES Y METODOS

Multiplicación masiva *ex vitro* (en campo) e *in vitro*

La multiplicación vegetativa de semilla genética (estacas) se realizó entre 2006 y 2008 en el campo experimental del CENIAP, Maracay, bajo condiciones de clima bosque seco premontano, Latitud 10°17'14'' N, Longitud 67°36'02'' W, altura 480 msnm y en el campo experimental Anzóategui bajo condiciones de clima bosque seco Tropical, Latitud 08°51'54'' N, Longitud 64°12'56'' W, Altitud: 265 msnm, para esto se seleccionaron clones élitos provenientes de los bancos de germoplasma del INIA-Anzóategui, INIA-Barinas e INIA-CENIAP y diferenciados entre clones dulces y amargos (Cuadro 1). Para la siembra fueron seleccionadas estacas entre 15 a 20 cm de longitud y fueron sembradas a una distancia de 1 metro entre ellas y entre surcos y se realizaron las prácticas agronómicas requeridas por el cultivo para cada zona agroecológica, en la localidad de Anzóategui los suelos fueron sujetos a encalados a razón de 1.000 kg de cal/ha (Guzmán, 2004).

Para la propagación *in vitro* se utilizaron microestacas o segmentos nodales provenientes de las plantas conservadas *in vitro* de 27 clones provenientes del Banco de germoplasma del CENIAP (Cuadro 1). El medio de cultivo consistió en las sales minerales de Murashige y Skoog (MS) (1962), con algunas modificaciones: la tiamina a la mitad de su concentración, solución de hierro al doble de la concentración de MS, sacarosa 20 g/L, ANA 0,02 mg/L, agar 7 g/L o phytigel 2 g/L y el pH del medio de cultivo se ajusta a 5,8 previo a la adición del agar.

Luego se incubaron en un cuarto climático a 26 ± 1 °C de temperatura durante dos meses en condiciones de fotoperiodo con luz blanca fluorescente a intensidad de $49 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, obteniéndose plantas desarrolladas (con vástagos y raíces). Posteriormente éstas se aclimataron gradualmente durante cinco días y se transfirieron a vasos con solución de Guo y Liu (1994), durante 1 semana. Las plantas se cultivaron en bolsas negras de vivero de un Kg con sustrato de tierra, arena y fibra de coco, en la proporción 1:1:1 (volumen en volumen), durante 1 mes en condiciones de umbráculo, luego fueron trasplantadas en campo para su posterior multiplicación vegetativa.

Evaluación preliminar de rendimiento en campo

Para evaluar la respuesta de los clones se diseñaron y ejecutaron ensayos preliminares en el año 2006 en diferentes condiciones agroecológicas (Rodríguez, *et al.*, 2011):

Campo Experimental del INIA-Anzóategui, El Tigre, estado Anzóategui, desde el punto de vista geográfico su ubicación corresponde a las coordenadas: Latitud 08°51'54'' N, Longitud 64°12'56'' W, Altitud: 265 msnm. En una zona de vida según Holdridge Bosque seco Tropical y desde el punto de vista de su capacidad de uso son tierras clase III.

Campo Experimental INIA-Barinas, Sabaneta de Barinas, estado Barinas, su ubicación geográfica se encuentra determinada por las coordenadas: Latitud 08°49'05'' N, Longitud 70°00'21'' W. Altitud 194msnm, en una zona de vida según Holdridge Bosque seco Tropical y desde el punto de vista de su capacidad de uso son tierras clase I.

Campo Experimental del INIA-CENIAP, Maracay, estado Aragua, su ubicación geográfica

Cuadro 1. Clones de yuca dulce y amarga utilizados para multiplicación de "semilla" en campo e *in vitro*.

Clones utilizados para multiplicación masiva		Tipo de yuca
En campo	<i>in vitro</i>	
Pata de Paloma, Bolívar 32, IM220, IM225, Cacho e Venao	Bolívar 32, Morichalera	Amarga > 100 mgHCN.kg ⁻¹
Concha Rosada, Sardina, Cubana, Lengua e pájaro, Vara de Arpón, Concha Rosada, Cubana, Guaiguasa, Catumare, Armenia, Masparro, Armenia Roja, Caracol, Chiroso, PER 183, CM 523-7, CM 3306-4, CM 6740-7	Concha Rosada, Sardina, Cubana, Concha Rosada, BRA 383, PER 183, TAI 8, CM 507-37, CM 523-7, CM 3306-4, CM 4574-7, CM 4843-1, CM 6119-5, CM 6438-14, CM 6740-7, CM 6921-3, CM 7073-7, CM 7514-7, CM 7514-8, CM 8027-3, SM 805-15, SM 909-25, SM 1565-15, MCol 2063	Dulce < 50 mgHCN.kg ⁻¹

queda determinada por las coordenadas: Latitud 10°17'14'' N, longitud 67°36'02'' W. Altitud: 480msnm, en una zona de vida según Holdridge Bosque seco premontano y desde el punto de vista de su capacidad de uso son tierras clase I.

Los tratamientos fueron distribuidos en bloques completos al azar con dos (2) repeticiones, parcela experimental de dos (2) hileras de 10 metros de largo, un (1) metro de separación entre hileras y entre plantas. Fueron evaluadas características agronómicas: rendimiento de raíces (Kg/ha), porcentaje de materia seca y porcentaje de almidón. La cosecha se realizó en el año 2007, entre los 10 y 12 meses después del inicio del cultivo.

Para la determinación del contenido de materia seca y almidón, se utilizó el método de la gravedad específica de las raíces (Toro y Cañas, 2002), empleando la fórmula siguiente:

$$GE = \frac{PFRA}{PFRA - PFRAg}$$

Donde:

GE: Gravedad específica

PFRA: Peso fresco de raíces en al aire

PFRAg: Peso fresco de raíces en el agua

Los clones evaluados se describen en el Cuadro 2. Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) y pruebas de medias para la variable rendimiento de raíces por la prueba de Tuckey al 5%.

Producción de semilla sexual

Para la producción de semilla sexual fueron establecidos lotes de cruzamientos libres y dirigidos, con los clones seleccionados como progenitores, siguiendo la metodología del CIAT (Ceballos *et al.*, 2002), para esto se seleccionaron clones existentes en

los bancos de germoplasma del INIA-Anzoátegui y del INIA-CENIAP (Cuadro 2). Los frutos fueron colectados aproximadamente dos meses después de la fecundación, luego las semillas fueron sembradas en bandejas y/o tubetes con sustrato de tierra, arena y fibra de coco, en la proporción 1:1:1 (volumen en volumen), previamente desinfectado con calor, en condiciones de umbráculo y cuando crecieron hasta un promedio de 20 cm de altura, fueron trasplantadas a campo para su posterior evaluación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Multiplicación masiva *ex vitro* (en campo) e *in vitro*

Los clones seleccionados se multiplicaron *in vitro* en el medio de cultivo semisólido. Los clones que se destacaron por presentar porcentajes de regeneración entre 70 y 90% y tasas de multiplicación 1:4 fueron: Bolívar 32, Sardina, Cubana, CM 6740-7, CM 3306-4, CM 7514-7 y SM 909-25. Estos resultados concuerdan con los reportados por Marín *et al.*, (2009) donde observaron una regeneración de la mayoría de los cultivares evaluados, existiendo una respuesta diferencial del genotipo en el desarrollo *in vitro* de las plántulas.

Como resultado de las investigaciones se pudo cumplir con uno de los objetivos del Plan Nacional de Semilla; producir y entregar estacas de yuca de buena calidad a los productores agrupados dentro de los Programas Sociales del estado Venezolano. Particularmente, la multiplicación masiva en campo de clones élites caracterizados en los bancos de germoplasmas, presentando buenas características agronómicas (CM 523-7, CM 3306-4, CM 6740-7, Catumare y Pata de Paloma) han permitido que en el INIA Anzoátegui e INIA-CENIAP puedan entregar clones selectos a productores (381 bultos de 50 varas/ bulto, para 10 has de cultivo) para ser evaluados bajo el esquema de mejoramiento participativo.

Cuadro 2. Clones de yuca dulces y amargos utilizados para evaluación preliminar en campo y como progenitores para producción de semilla sexual

Clones utilizados		
Evaluación preliminar en campo	Producción de semilla sexual	Tipo de yuca
Venezuela 7, Llavitera, Paiguanegra, IM220, IM225, Cacho e Venao, INIA 2000	Venezuela 7, Llavitera, Pata de Paloma, Paiguanegra	Amarga > 100 mgHCN.kg ⁻¹
Vara de Arpón, Sardina, Lengua e' Pájaro, Concha Rosada, CM 3306-4, CM 6740-7, SM 909-25	Catumare, Lengua e' Pájaro, Concha Rosada, Sardina, Cubana, PER 183	Dulce < 50 mgHCN.kg ⁻¹

Evaluación preliminar de rendimiento en campo

En el Cuadro 3 se presenta los rendimientos de los 14 clones de yuca evaluados en campo, evidenciándose una respuesta diferencial de los clones dependiendo del ambiente. En el caso de Anzoátegui todos los clones superaron al promedio nacional de 10.713,21 kg/ha, destacándose los siguientes clones por los mayores rendimientos de raíces frescas (Kg/ha): SM 909-25 (44.163), Cacho e venado (37.971), Paiguanegra (33.096), IM220 (31.867), IM225 (31.533). Para Aragua los mejores clones fueron: Llavitera (37.023), IM-225 (26.833), Vara de Arpón (23.750), SM-909-25 (23.583) y Sardina (21.667). Cabe destacar que para el caso de Barinas fueron sembrados 14 clones pero hubo problemas de brotación de las estacas, debido al tiempo que tardaron en plantar las mismas, por lo que se cosecharon nueve (9) clones, de estos los mejores fueron: IM-225 (50.033), INIA-2000 (40.657), Venezuela-7 (34.600), CM 6740-7 (24.464), IM-220 (22.000).

En general, para las tres zonas, los rendimientos superaron entre 426% y 101% al promedio nacional. El clon con el mayor rendimiento en las tres zonas fue el IM-225 y el de menor rendimiento fue IM-220. Estos resultados son

semejantes con lo señalado por Ceballos y De La Cruz (2002), Dixon y Nukenine (2000) y Baafi y Safo-Kantanka (2008) donde señalan que los efectos del ambiente, genotipo y la interacción genotipo por ambiente es muy notable en el caso de la yuca. Igualmente Marín *et al.*, (2008), refieren respuestas entre clones de yuca, encontrándose clones con rendimientos potenciales entre 14.000 y 18.000 kg/ha.

El porcentaje de materia seca y el contenido de almidón de las raíces de yuca variaron entre los diversos clones en función a las condiciones ambientales (Cuadro 4). Los mayores valores para materia seca y almidón en Anzoátegui fueron los siguientes: CM 3306-4 (37 % y 35%), Vara de Arpón (34% y 32%), Sardina (33% y 31%), INIA-2000 y SM 909-25 (32% y 30%). En Barinas todos los clones superaron el valor requerido por la agroindustria (30%), habiendo sido los clones con los mayores porcentajes: CM-3306-4 (48% y 45%), IM-220 y INIA-2000 (44% y 42%). Estos resultados coinciden con lo señalado por Toro y Alonso (2002), en cuanto a la variación en el contenido de materia seca y almidón en diferentes variedades con respecto al ambiente. Resultados similares fueron reportados por Marín *et al.*, (2008) y por el Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al desarrollo de la yuca (Jaramillo y

Cuadro 3. Rendimiento de raíces frescas (kg.ha⁻¹) de clones de yuca evaluados en tres zonas agroecológicas de Venezuela.

Clones	Anzoátegui (kg.ha ⁻¹) *	Maracay (kg.ha ⁻¹) **	Barinas (kg.ha ⁻¹) ns
SM 909-25 (D) †	44,163 a ‡	23,583 abc	---
Cacho e Venao (A)	37,971 ab	10,833 bc	---
Paiguanera (A)	33,096 abc	13,500 bc	17,850
IM-220 (A)	31,867 abc	7,333 c	22,000
IM-225 (A)	31,533 abc	26,833 ab	50,033
INIA-2000 (A)	28,946 abc	7,583 c	40,657
Sardina (D)	28,121 abc	21,667 abc	---
CM 6740-7 (D)	27,333 abc	15,417 bc	24,464
Venezuela-7 (A)	26,571 abc	9,417 c	34,600
Vara de Arpón (D)	25,942 abc	23,750 abc	10,457
CM 3306-4 (D)	23,700 abc	11,833 bc	16,286
Concha Rosada (D)	17,563 bc	19,417 bc	10,786
Llavitera (A)	15,640 c	37,023 a	---
Lengua e pajaró (D)	15,167 c	10,917 bc	---
C. V. (%) §	19,20	46,11	

ns Sin diferencias significativas ($p > 0,05$).

* Significación al nivel de 5% de probabilidad ($p \leq 0,05$)

** Significación al nivel de 1% de probabilidad ($p \leq 0,01$)

† A= amargo, D = dulce

‡ Medias seguidas por las mismas letras en las columnas no difieren por la prueba de Tuckey

§ C. V. : Coeficiente de variación

Bedoya, 2000), quienes encontraron diferencias tanto para el rendimiento en peso fresco de raíces como para el contenido de materia seca entre los clones evaluados. Igualmente Sagrilo *et al.* (2003) encontraron diferencias significativas entre los clones para las variables de materia seca y almidón, y estas varían en función a la edad de la planta. Baafi y Safo-Kantanka (2007) evaluaron cuatro clones élites en seis localidades y encontraron que el rendimiento de almidón varió dependiendo del genotipo, de la edad de la planta y del ambiente, por lo que dificulta la evaluación y selección de genotipos específicos para los requerimientos del consumo humano y los de la agroindustria.

Producción de semilla sexual

Con relación a la obtención de semilla botánica, se colectaron 36.746 semillas, tanto de los cruces dirigidos como los de polinización abierta, a partir de nueve (9) clones en los campos experimentales del INIA-Anzoátegui y del INIA-CENIAP. De estas germinaron en tubetes 11,10 % y luego cuando las plántulas crecieron hasta aproximadamente 20 cm de longitud, se trasplantaron 949 en campo. Estas plantas están en fase de evaluación siguiendo la metodología del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) durante los próximos años, lo que permitirá obtener y liberar clones con características agronómicas deseables tanto para el consumo fresco, como para el consumo animal e industrial, dependiendo del área evaluada, así como incrementar la variabilidad genética en los bancos de germoplasma de yuca.

CONCLUSIONES

A partir de este trabajo se ha obtenido “semilla” de yuca de alta calidad con respecto a características agronómicas.

Los mejores clones en cuanto a rendimiento fueron: SM 909-25, Cacho e venado, Paiguanera, IM220 y CM 6740-7 en la región de Anzoátegui. En la región de Maracay los clones de mejor respuesta fueron: Llavitara, INIA 2000, Vara de Arpon, SM 909-25. En la zona de Barinas fueron: IM-225, INIA-2000, Venezuela-7 CM 6740-7, IM-220.

Los clones con mayores valores en contenido de materia seca y almidón para Anzoátegui fueron: CM 3306-4, Vara de Arpón, Sardina, INIA-2000 y SM 909-25. Para Barinas, todos los clones superan el valor requerido por la agroindustria (30%).

Existe una respuesta diferencial de los clones en función de las condiciones agroecológicas utilizadas en las pruebas.

La propagación *in vitro* de clones de yuca ha sido posible en los 27 clones evaluados y permite obtener plantas de buena calidad fitosanitaria y con alto potencial de adaptación y crecimiento en campo.

Se recomienda evaluar los clones en diferentes condiciones edafoclimáticas del país, para posteriormente recomendar los clones específicos dependiendo de las zonas y de su uso tanto para consumo humano como para la agroindustria.

Cuadro 4. Porcentaje de materia seca y almidón en clones de yuca evaluados en dos zonas agroecológicas de Venezuela.

Clones	Anzoátegui		Barinas	
	Materia seca (%)	Almidón (%)	Materia seca (%)	Almidón (%)
IM-220	30	28	44	42
CM-3306-4	37	35	48	45
INIA-2000	32	30	44	42
SM-909-25	32	30	---	---
IM-225	31	29	42	40
Concha Rosada	31	29	42	40
Venezuela-7	32	29	42	40
Cacho e' Venao	31	28	---	---
Sardina	33	31	---	---
Paiguanera	30	28	42	40
Lengua e' Pájaro	28	26	---	---
CM 6740-7	28	26	39	37
Vara de Arpón	34	32	42	40
Llavitara	26	24	---	---

LITERATURA CITADA

- Albarrán, J. G.; F. Fuenmayor y M. Fuchs. 2003. Propagación clonal rápida de variedades comerciales de yuca mediante técnicas biotecnológicas. Revista Digital CENIAP Hoy Vol. 3. Disponible en : www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n3/texto/albaran.htm. Última visita 20 de marzo de 2012.
- Baafi, E. and O. Safo Kantanka. 2007. Effect of Genotype, age and location on Cassava starch yield and quality. Journal of Agronomy 6 (4): 581-585.
- Baafi, E. and O. Safo Kantanka. 2008. Agronomic evaluation of some local elite and released cassava varieties in the forest and transitional ecozones of Ghana. Asian J. Agric. Res. 2: 32-36.
- Ceballos, H. y G.A. de la Cruz A. 2002. Taxonomía y morfología de la yuca. In: Ospina B, Ceballos H (Comps). La Yuca en el Tercer Milenio. CIAT. Cali, Colombia. p. 17-33.
- Ceballos H.; N. Morantes, F. Calles, J. V. Lenis, G. Jaramillo y J. C. Pérez. 2002. Mejoramiento genético de la yuca. En: Ospina B, Ceballos H (Comps). La Yuca en el Tercer Milenio. CIAT. Cali, Colombia. pp. 295-325.
- Dixon A. G. O. and E. N. Nukenine. 2000. Genotype x environment interaction and optimum resource allocation for yield and yield components of cassava. African Crop Science Journal 8 (1): 1-10
- Dufour, D. 1996. Apoyo al sector almidonero de yuca en Colombia. Impacto del proyecto CIRAD/CIAT. In: La yuca frente al hambre del mundo tropical. A. Montaldo. Compilador. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía y Veterinaria, CECOTUD- FEDE AGRO- Fondo de Crédito AGROPECUARIO. Maracay - Venezuela. 301-311.
- Food and Agriculture Organization/Fondo Internacional de Desarrollo. Agropecuario (FAO/FIDA). 2000. La economía mundial de la yuca: hechos tendencias y perspectivas Roma, Italia. 59 p.
- Fukuda, W. e C. Guevara 1998. Descriptores morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). EMBRAPA – CNPMF. Documento, 78. 38 p.
- Gou, J. and Y. Liu. 1994. Rapid propagation of cassava by tissue culture and its application in rural districts in China. The Cassava Biotechnology Network. Proc. 2nd Int. Sci. Meet. Bogor, Indonesia. p. 183-189.
- Guzmán, P. J. E. 2004. El cultivo de la yuca. Serie Agrícola Vegetal N° 7. Espasande, S.R.L. Editores. Venezuela. 144 p.
- Jaramillo, G. y J. Bedoya. 2000. Día de campo: yuca para el nuevo milenio. Continente Yuquero N°1: 7. Disponible en: http://www.clayuca.org/clayucanet/boletin_clayuca_01.pdf. Última visita 20 de marzo de 2012.
- Mantilla, J. y R. Villafañe. 2000. El cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) una alternativa de desarrollo agrícola para Venezuela. En: Memorias Primer Seminario Venezolana sobre Plantas Agámicas Tropicales. Centro de Plantas Agámicas Tropicales. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 200 p.
- Marín, A.; J. G. Albarrán, F. Fuenmayor y D. Perdomo. 2009. Evaluación del efecto de los reguladores de crecimiento en la regeneración *in vitro* de cinco cultivares élites de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). UDO Agrícola 9 (3): 556-562.
- Marín, A.; D. Perdomo, J. G. Albarrán, F. Fuenmayor y C. Zambrano. 2008. Evaluación agronómica, morfológica y bioquímica de clones élites de yuca a partir de vitroplantas. Interciencia 33 (5): 365-371.
- Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierra (MPPAT). 2011. VII Censo Agrícola. (Mayo 2007/Abril 2008). Disponible en <http://www.mat.gob.ve>. Última visita 20 de marzo de 2012
- Ministerio del Poder Popular de Planificación y Finanzas (MPPPF). 2000. Programa Económico 2000. Sector Agrícola. Disponible en http://www.mpd.gob.ve/prog_eco2000/agro_come_r.htm. Última visita 20 de marzo de 2012.

- Montaldo, A. 1989. Los cultivos de raíces y tubérculos. Revista de la Facultad de Agronomía. Raíces y tubérculos. Alcance 38:213-256.
- Murashige, T and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15:473-497.
- Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA). 2009. Proyecto agroenergético etanol combustible. Disponible en http://www.pdvsa.com/siembra_refinacion_internet/pdf/copia_de_etanol.pdf. Última visita 20 de marzo de 2012
- Rodríguez, M. F.; A. Cortez y J. C. Rey. 2011. Informe final proyecto Fonacit S1.2002000417. Integración espacial de los datos agroecológicos del INIA al Norte del Orinoco de Venezuela. 376 p.
- Sagrilo, E.; P. Soares Vidigal Filho, M. G. Pequeño, C. A. Scapim, M. C. Gonçalves Vidigal S. P. Severo de Souza Diniz, E. C. Modesto and M. Vinícius Kvitschal. 2003. Effect of harvest period on the quality of storage roots and protein content of the leaves in five cassava cultivars (*Manihot esculenta*, Crantz). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 46 (2): 295-305.
- Toro, J. C y A. Cañas. 2002. Tecnología 2. Determinación de materia seca de raíces frescas por el método de la gravedad específica. In: Ospina B, Ceballos H (Comps). La Yuca en el Tercer Milenio. CIAT. Cali, Colombia. pp. 426-431
- Zambrano, A. Y.; J. Montilla y L. Vaccarino. 2002. Avances en la caracterización molecular de clones de yuca provenientes del banco de germoplasma del INIA - CIAE Anzoátegui y de productores del sur del estado. Memorias de la IV Jornadas de FUNDACITE Anzoátegui, Puerto la Cruz - Venezuela.