

# EVALUACIÓN AGRONÓMICA, MORFOLÓGICA Y BIOQUÍMICA

## DE CLONES ÉLITES DE YUCA A PARTIR DE VITROPLANTAS

Arelys Marín, Dinaba Perdomo, José Gerardo Albarrán, Francia Fuenmayor y Cristela Zambrano

### RESUMEN

Con el fin de evaluar el comportamiento de algunos materiales élites de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), se realizó la caracterización agromorfológica y bioquímica requerida para generar información sobre sus potencialidades. Para ello se llevaron a cabo experimentos en condiciones de laboratorio y campo. En la multiplicación *in vitro* hubo desarrollo de brotes en las microestacas en todos los 19 clones estudiados y en campo mostraron diferencias en algunas características morfológicas de raíces y

parte aérea. En cuanto a producción de raíces sobresalieron los clones CM 4574-7 y SM 1565-15 con rendimientos experimentales de 18t-ha<sup>-1</sup>. En el 93% de los clones, las raíces mostraron buena calidad culinaria y en el 80% no se observaron signos de deterioro de las raíces cuatro días después de la cosecha, presentando además contenidos bajos de HCN y altos de materia seca, lo cual los hace aptos para su empleo industrial. Algunos de ellos mostraron potencial para consumo fresco.

### AGROMORPHOLOGICAL, MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL FIELD CHARACTERIZATION OF CASSAVA ELITE MATERIALS

Arelys Marín, Dinaba Perdomo, José Gerardo Albarrán, Francia Fuenmayor and Cristela Zambrano

### SUMMARY

The performance of some elite materials of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) was evaluated through the agromorphological and biochemical characterization, so as to generate information on the potential of these clones. Experiments were conducted both *in vitro* and field conditions. *In vitro* multiplication was possible in all the 19 clones studied, which showed differences in some morphological characteristics, both in roots and foliage.

Clones CM 4574-7 and SM 1565-15 showed experimental yield of 18t-ha<sup>-1</sup>. Of the clones, 93% showed roots with good cooking quality and 80% showed no signs of deterioration four days after harvest. HCN content was low and dry matter content was high, traits that make them suitable for industrial uses. Some of them showed high potential for direct consumption.

### Introducción

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) ocupa un lugar importante como fuente de energía producida en el trópico (latitudes <30°), que van desde el nivel del mar hasta los 1800msnm (Dufour, 1996; Ceballos, 2002). Hoy en día, el cultivo se ha extendido a cerca de 90 países tropicales y subtropicales y es un componente básico en la dieta de más de 1000 millones de personas (FAO, 2000; FAO/FIDA, 2000).

De acuerdo a sus usos, la yuca puede entrar en diversos mercados. Se comercializa como raíces frescas y hojas, y estos productos normalmente reciben algún manejo post-cosecha o tratamiento especial. Caracterizada por una gran diversidad de usos, tanto sus raíces como sus hojas pueden ser consumidas por humanos y animales de maneras muy variadas y sus productos pueden ser utilizados por la industria, principalmente a partir de su almidón (Ceballos, 2002). En algunos países

las hojas se consumen como verdura fresca, siendo más nutritivas que las raíces dado su alto contenido proteico, de minerales y vitaminas. Otros mercados, como el de pegamentos y alcohol representan nuevas oportunidades para el uso de yuca en muchos países (Henry *et al.*, 1998). Por otro lado, el mercado del almidón de yuca también tiene muchas posibilidades de crecimiento para uso industrial y humano, por su viscosidad y resistencia al congelamiento, o en la elaboración de alfombras, látex

de caucho, fabricación de sal-sas, compotas, talcos, papel, cartón, industria cosmética, farmacéuticos y en la industria minera, entre otros. (FAO, 2000; Prodeca, 2005).

De acuerdo a las características de las raíces, Sánchez y Alonso (2002) las clasifican en dos categorías: para consumo fresco y uso industrial. Cada tipo de uso está determinado por ciertas exigencias en cuanto a la calidad que deben presentar las raíces, siendo el mercado para consumo fresco el más exigente

### PALABRAS CLAVE / Caracterización Agromorfológica / HCN / *Manihot esculenta* / Materia seca / Multiplicación *in Vitro* /

Recibido: 08/05/2007. Modificado: 08/10/2007. Aceptado: 11/03/2008.

**Arelys Marín N.** Ingeniera Agrónoma y M.Sc. en Agronomía, Universidad Central de Venezuela (UCV). Profesora Facultad de Agronomía (FAGRO), UCV, Venezuela. e-mail: arelysmarin2@hotmail.com

**Dinaba Perdomo D.** Ingeniera Agrónoma y M.Sc. en Agrono-

mía, UCV, Venezuela. Profesora, FAGRO-UCV, Venezuela. e-mail: dinabisa@yahoo.com

**José Gerardo Albarrán.** Licenciado en Biología, Universidad de Los Andes, Venezuela. M.Sc. en Agricultura Ecológica, CATIE, Costa Rica. Investigador, Instituto Nacional de Investigaciones

Agrícolas (INIA), Venezuela. e-mail: jgalbarran@inia.gob.ve

**Francia Fuenmayor Campos.** Ingeniera Agrónoma, UCV, Venezuela. M.Sc. en Recursos Filogenéticos, Birmingham University, RU. Investigadora, INIA, Venezuela. Dirección: Área Universitaria, vía El Limón. Edificio

8, CENIAP, Maracay, Venezuela. e-mail: ffuenmayor@inia.gob.ve

**Cristela M. Zambrano.** Ingeniera Agrónoma, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Venezuela. Auxiliar de Laboratorio FAGRO-UCV, Venezuela. e-mail: cristelaz@hotmail.com

# AValiação Agronômica, Morfológica e Bioquímica de Clones Élités de Mandioca a Partir de Vitroplantas

Arelys Marín, Dinaba Perdomo, José Gerardo Albarrán, Francia Fuenmayor e Cristela Zambrano

## RESUMO

A fim de avaliar o comportamento de alguns materiais elites de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), se realizou a caracterização agromorfológica e bioquímica requerida para gerar informação sobre suas potencialidades. Para isto se realizaram experimentos em condições de laboratório e campo. Na multiplicação *in vitro* houve desenvolvimento de brotos nas microestacas em todos os 19 clones estudados e em campo mostraram diferenças em algumas características morfológicas de raízes e

parte aérea. Quanto à produção de raízes sobressaíram os clones CM 4574-7 e SM 1565-15 com rendimentos experimentais de 18t·ha<sup>-1</sup>. Em 93% dos clones, as raízes mostraram boa qualidade culinária e em 80% não se observaram sinais de deterioro das raízes quatro dias depois da colheita, apresentando além disso conteúdos baixos de HCN e altos de matéria seca, o que os faz aptos para seu uso industrial. Alguns deles mostraram potencial para consumo fresco.

te. Los criterios de calidad morfológica indican que las variedades de yuca más apropiadas para ser conservadas son las que tienen raíces de tamaño mediano con pedúnculos bien desarrollados, ya que sufren menos pérdidas por daños físicos durante la cosecha, selección y el almacenamiento. El inicio y grado de deterioro de las raíces está estrechamente relacionado con la presencia de daños mecánicos, los cuales son usualmente ocasionados al momento de la cosecha. Algunas características varietales (longitud de las raíces y presencia de pedúnculos largos, entre otras), la textura y grado de compactación del suelo y las formas de cosecha (manual o mecánica) son factores que afectan la incidencia de los daños mecánicos en las raíces (Wheatley *et al.*, 1983). El porcentaje de materia seca y el contenido de almidón, comúnmente considerados factores de calidad, varían mucho entre las distintas variedades de yuca. Además, se ha observado que estos factores están muy ligados con el contenido de potasio del suelo, con la edad del cultivo y el clima, principalmente la lluvia y contenido de humedad del suelo (Toro y Alonso, 1983). Otro factor importante en este cultivo lo constituye la presencia de glucósidos cianogénicos, tanto en raíces como en hojas, ya que es determinante en el uso que se le dará a la producción de yuca (Ceballos, 2002). El

potencial cianogénico de los distintos tejidos de la planta de yuca es considerablemente afectado por las condiciones ambientales donde crece y su edad al momento de la cosecha. Las raíces de un determinado cultivar pueden ser dulces cuando son producidas en una localidad y más amargas en otros sitios (Domínguez *et al.*, 1983; Ceballos y De la Cruz, 2002).

Dentro de la especie *M. esculenta* se ha identificado una amplia variabilidad genética, incluyendo rasgos de naturaleza agronómica y morfológica, resistencia a las principales plagas y enfermedades y rasgos de calidad (González, 1992). Uno de los aspectos más importantes de una colección dada es el conocimiento cabal del material en cuanto a factores como rendimiento, adaptabilidad, resistencia a enfermedades y plagas, entre otros, de modo que permita al mejorador usar el material de forma conveniente a la hora de solucionar un problema. La mayoría de las plantas cultivadas con importancia económica tienen patrones de identificación, caracterización y evaluación. Para llegar a los respectivos protocolos se han realizado estudios básicos de las características en el sentido de conocer la variabilidad de los caracteres dentro y entre plantas, y luego se han seleccionado aquellas características cualitativas o cuantitativas que han resultado ser más útiles para la descripción

(Enríquez, 1991). La caracterización morfológica de cultivares es de importancia ya que provee información sobre la forma general de la planta y aspectos organolépticos, entre otros, que facilitan la escogencia de los "ideotipos" empleados en los trabajos de mejoramiento (Polanco, 1998).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial de regeneración *in vitro* de 19 clones de material elite de yuca y, a través de la caracterización agromorfológica y bioquímica, el comportamiento en campo de 14 de los mejores clones propagados y un testigo, con el fin de generar información sobre las potencialidades de estos clones en cuanto a su adaptabilidad y rendimientos, para su posterior uso en la producción comercial del cultivo.

## Materiales y Métodos

El ensayo se llevó a cabo en el Laboratorio de Cultivos de Tejidos y Campo Experimental del Instituto de Agronomía de la Facultad de Agronomía (FAGRO) de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y en la Unidad de Biotecnología Agrícola del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-CENIAP) en Maracay, Estado Aragua, Venezuela, a 450msnm, 10°15'N y 67°36'O. Los clones de material elite de yuca fueron introducidos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT),

Colombia, a través del Acuerdo de Transferencia de Material (ATM) entre la FAO, GCIAR y el CIAT.

## Multiplicación *in vitro* y aclimatación

Se evaluaron 19 clones élités de yuca introducidos del CIAT. La multiplicación se realizó en medio sólido constituido por las sales minerales de Murashige y Skoog (MS; 1962) a 1/3 de concentración, vitaminas de MS, ácido naltalenacético (ANA) 0,02mg·l<sup>-1</sup> y agar 7g·l<sup>-1</sup>. Se colocaron cuatro microestacas por frasco de 200cc mantenidas en cuartos climatizados a 29 ±1°C y una intensidad lumínica de 50μE·cm<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> durante ocho semanas, evaluándose número de nudos, longitud de la parte aérea y cantidad de raíces producidas en cada uno de los clones.

El experimento se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental (UE) estuvo conformada por 3 frascos para un total de 12 plantas/UE. Los 19 clones evaluados (T1-T19) se listan en la Tabla I. Se realizó análisis de varianza y pruebas de medias, para la longitud de la parte aérea y número de nudos. Para evaluar la cantidad de raíces producidas se empleó una escala cualitativa y se analizó por la vía no paramétrica Kruskal y Wallis por no cumplir con los supuestos del análisis de varianza.

TABLA I  
PROMEDIOS DE ALTURA, NÚMERO DE NUDOS Y PORCENTAJE DE PÉRDIDAS EN ACLIMATACION EN VITROPLANTAS DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) OBTENIDAS A PARTIR DE MICROESTACAS, A LAS OCHO SEMANAS DE IMPLANTADAS

Tratamientos	Longitud (cm)	Número de nudos	Pérdidas en aclimatación (%)
T1 (BRA 383)	7,09 a	5,5 bcd	47,5 b
T2 (PER 183)	3,88 ghi	5,0 ncd	77,5 ab
T3 (TAI 8)	4,72 efg	6,5 ab	55,0 b
T4 (CM 507-37)	3,12 i	3,0 h	92,5 a
T5 (CM 523-7)	4,65 efg	7,0 a	75,0 ab
T6 (CM 3306-4)	4,54 efg	6,5 ab	62,5 b
T7 (CM 4574-7)	3,1 i	3,5 gh	77,5 ab
T8 (CM 4843-1)	4,3 efg	4,75 def	70,0 ab
T9 (CM 6119-5)	4,87 efg	5,75 bcd	42,5 b
T10 (CM 6438-14)	4,14 fgh	6,25 ab	77,5 ab
T11 (CM 6740-7)	5,09 cdef	6,25 ab	52,5 b
T12 (CM 6921-3)	5,29 cde	5,0 cdef	92,5 a
T13 (CM 7073-7)	5,74 bcd	6,0 abc	100 a
T14 (CM 7514-7)	5,89 bc	6,5 ab	100 a
T15 (CM 7514-8)	5,77 bcd	6,0 abc	82,5 ab
T16 (CM 8027-3)	3,47 hi	4,0 fgh	92,5 a
T17 (SM 805-15)	3,5 hi	4,25 fg	55,0 b
T18 (SM 909-25)	6,49 ab	6,5 ab	52,5 b
T19 (SM 1565-15)	4,05 fghi	4,5 efg	77,5 ab
Coef. Variación	13,46	12,66	16,34

Medias con diferentes letras en las columnas son estadísticamente diferentes (Duncan; 0,05).

Para su aclimatación las plantas propagadas *in vitro*, fueron colocadas en agua desionizada durante una semana y luego en solución nutritiva de Gou y Liu (1994), compuesta de (mg·l<sup>-1</sup>) 60 KNO<sub>3</sub>; 25 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O; 200 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 50 NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 10 MgSO<sub>4</sub>; y 0,1 ANA, durante dos semanas en condiciones de cámara húmeda bajo umbráculo. Posteriormente se plantaron 40 plantas de cada clon en bolsas de polietileno con una mezcla desinfectada de arena y aserrín de coco (1:1) y colocadas bajo umbráculo durante un mes y posteriormente un mes a pleno sol. Se empleó un diseño completamente al azar con 5 repeticiones. Durante este proceso se evaluó el porcentaje de pérdidas de plantas.

Los 14 clones, provenientes de semilla asexual, que mostraron mejor comportamiento *in vitro* y en aclimatación, así como el testigo UCV 2320, fueron empleados para caracterizar los materiales por medio de evaluaciones agro-

morfológicas en campo, y determinaciones bioquímicas de las raíces en el laboratorio.

#### Caracterización morfológica y agronómica.

Se utilizaron 22 caracteres cualitativos y 5 cuantitativos para un total de 27 descriptores, entre los cuales se encuentran 15 morfológicos, 10 agronómicos y 2 complementarios, según el descriptor de EMBRAPA (Fukuda y Guevara, 1998). Los caracteres morfológicos de la parte aérea fueron evaluados a los seis meses y el resto de los caracteres a los ocho meses. La cosecha se efectuó a los ocho meses con el fin de determinar precocidad en los materiales estudiados bajo las condiciones locales.

El experimento se llevó a cabo bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, donde cada unidad experimental estuvo conformada por cinco plantas (una hilera por clon), de las que se tomaron las tres plantas cen-

trales para cada evaluación. Los quince clones evaluados (T1-T15) se listan en la Tabla II. Se realizó análisis de varianza y pruebas de medias en todas las variables cuantitativas, mientras que las variables cualitativas fueron evaluadas a través de un análisis descriptivo.

#### Caracterización bioquímica

La determinación de ácido cianhídrico (HCN) se llevó a cabo a los ocho meses de edad. Se hizo un muestreo al azar de raíces de tres plantas por clon. Las determinaciones fueron realizadas mediante el método enzimático de Cocke (1979), modificado por O'Brien *et al.*

(1991) y ajustado por Polanco (1998). La absorbancia a 605nm se midió en un espectrofotómetro marca Termo, modelo Genesys 20.

Para la determinación de materia seca, las raíces de los clones estudiados fueron muestreadas a los ocho meses de edad, tomándose al azar una raíz comercial por cada una de las tres plantas seleccionadas en cada clon. Las muestras fueron lavadas, trozadas y peladas, y se colocó 50g de cada raíz en estufa a 70°C hasta peso constante para medir el contenido de materia seca.

#### Resultados y Discusión

##### Multiplicación *in vitro* y aclimatación

Comportamiento *in vitro* de 19 clones élites de yuca. A las ocho semanas de implantación de las microestacas, hubo diferencias significativas entre los clones evaluados (Tabla I) siendo BRA 383 (T1) el que mostró las vitro-

plantas con mayor longitud de la parte aérea, seguido por SM 909-25 (T18) y CM 7514-7 (T14). BRA 383 (T1) y CM 4574-7 (T7) fueron los de mayor y menor desarrollo, respectivamente (Figura 1). En todos los clones evaluados hubo desarrollo de la parte aérea y la longitud de los brotes varió entre los diferentes clones, lo que concuer-



Figura 1. Plantas de los clones BRA-383 y CM 4574-7 desarrollados a partir de microestacas. Se observa el efecto del genotipo sobre el crecimiento.

da con lo señalado por Roca (1983) y Litz y Jarret (1991), referente a las variaciones que ocurren en las respuestas a la regeneración *in vitro* entre genotipos de una misma especie, y a que a su vez estas diferencias pueden estar influenciadas por las condiciones ambientales, el medio de cultivo y otros factores. Similares resultados fueron obtenidos por Páez (1989) y Albarrán *et al.* (2003). La respuesta de los clones fue diferente en cuanto al número de nudos producidos, obteniéndose el mayor número en el clon CM 523-7 con una media de 7 nudos/planta, seguido por TAI 8 (T3) y CM 7514-7 (T14) con media de 6,5 nudos/planta (Tabla I). Esta es una característica determinante en la tasa de multiplicación *in vitro* de los cultivares.

La cantidad de raíces fue difícil de cuantificar debido a la fragilidad que presentan las vitroplantas; esto condujo

a la aplicación de una escala cualitativa, evaluándolas como abundantes, moderadas y pocas raíces producidas. Por ello, esta variable fue analizada por la vía no paramétrica, utilizando la prueba de Kruskal-Wallis, la cual no detectó diferencias en cuanto a la cantidad de raíces producidas por los diferentes clones en la fase de multiplicación *in vitro*.

**Aclimatación.** El análisis de varianza determinó diferencias significativas en el porcentaje de pérdida de plantas en aclimatación (Tabla I), variando entre 42,5 y 100%. Las más altas pérdidas ocurrieron en los clones CM 7073-7 (T13) y CM 7514-7 (T14), y con mayores porcentajes de sobrevivencia destacan BRA 383 (T1), TAI 8 (T3) y CM-6119-5 (T9). La pérdida de plantas estuvo influenciada por la presencia de grillos y gusanos cortadores, problemas de salinidad en el sustrato y susceptibilidad de los clones al cambio de la condición *in vitro* a *ex vitro*. Por tal motivo, se seleccionaron 14 de los clones con los mayores porcentajes de sobrevivencia en condiciones de aclimatación para los siguientes ensayos.

#### *Caracterización morfológica y agronómica*

**Características morfológicas de la parte aérea.** Estas características son utilizadas como criterios de clasificación o para realizar agrupaciones en los bancos de germoplasma, siendo algunas de ellas de importancia agronómica (Polanco, 1998).

El color del brote apical es una característica muy útil para la diferenciación varietal ya que es relativamente constante (Ceballos y De la Cruz, 2002); el color más frecuente fue verde claro (53,3%), seguido por verde oscuro (26,6%) como fue el caso de los clones TAI 8, CM 6438-14, CM 7514-8 y SM 1565-15; hasta verde púrpura (20%) como el caso de CM 3306-4, CM 4843-1 y CM 6119-5. La pub-

escencia en los brotes apicales es un aspecto relevante, ya que es un mecanismo de defensa contra el ataque de ciertas plagas como los trips (Ceballos y De la Cruz, 2002). La mayoría (86,66%) de los clones evaluados presentaron pubescencia en el brote apical, mientras que 13,33% de ellos no la mostraron, como en los casos de los clones SM 1565-15 y UCV 2320.

Según Polanco (1998) la forma del lóbulo central da información acerca de la superficie expuesta de la hoja y en el mejoramiento de la yuca se prefieren clones de lóbulos lineales, de menor área foliar expuesta, disminuyendo así la incidencia de plagas y enfermedades. En los clones estudiados esta característica varió, siendo óvalo-lanceolada en 13,33% de los clones, como fue el caso de BRA 383 y TAI 8, y lanceolada en el resto (86,66%). El color del follaje es una característica de diferenciación varietal que puede variar con la edad de las plantas (Ceballos y De la Cruz, 2002). La mayoría de los clones en estudio presentaron follaje verde oscuro (60%) y el 40% de ellos verde claro, caso de los clones CM 523-7, CM 4843-1, SM 805-15, SM 909-25, SM 1565-15 y UCV 2320.

El color del pecíolo es una característica varietal que permite la identificación de genotipos de yuca; en los clones evaluados se presentaron con mayor frecuencia el verde claro, rojo verdoso y rojo (26,66% c/u), seguidos por verde rojizo (TAI 8 y CM 523-7 con 13,33% c/u). El clon CM 4843-1 mostró pecíolos color púrpura.

La filotaxia es la distancia entre cicatrices de hojas que están en un mismo plano. Se encontró que el 66,66% de los clones evaluados poseen una filotaxia media, es decir, entre 8 y 15cm; en el 26,66% fue corta (<8cm), tal como se observó en los clones BRA 383, CM 7514-8, SM 805-15 y SM 909-25; mientras el clon CM 6740-7 presentó filotaxia larga (>15cm). La mayoría de

los clones (80%) presentaron corteza de color verde claro y el resto verde oscuro, tal fue el caso de los clones CM 3306-4, CM 6740-7 y CM 7514-8.

El color externo del tallo dentro de los clones evaluados presentó gran variabilidad, coincidiendo con Montaldo (1991) y con Ceballos y De la Cruz (2002), quienes reportaron que esta característica varía significativamente, dependiendo del clon y de la edad de la planta. Entre los clones evaluados varió de plateado a diferentes tonos de marrón y naranja; siendo el marrón oscuro el color más frecuente (26,66%), seguido por marrón claro y anaranjado (20%). Los clones SM 805-15 y UCV 2320 mostraron una coloración verde amarillenta, CM 4574-7 dorada, y ceniza el CM 523-7.

El hábito de ramificación es un carácter de importancia desde el punto de vista agronómico, de acuerdo con Montaldo (1991) y Ceballos y De la Cruz (2002). Esta característica determina la arquitectura de la planta, lo que es importante para las labores del cultivo e influye en la cantidad de "semillas" o estacas que la planta produce. Según Montaldo (1991) el tipo de ramificación predominante en las yucas cultivadas es de tres ramificaciones. En el presente estudio la mayoría de los clones resultaron ser de porte erecto, como BRA 383, PER 183, TAI 8, CM 3306-4, CM 4843-1, CM 6119-5 y CM 6740-7, y tricotómicos (tres ramificaciones) con 46,66% c/u. El clon SM 805-15 mostró un hábito de ramificación dicotómico. Cabe destacar que estos clones, por el tipo de ramificación, dicotómico y tricotómico, son buenos productores de semillas.

La floración es una característica de importancia en el mejoramiento de plantas, ya que permite la realización de los cruces entre clones seleccionados y con ello la obtención de nuevos clones con características deseables. En

el 53,33% de los clones evaluados (PER 183, CM 523-7, CM 3306-4, CM 6438-14, CM 7514-8, SM 805-15, SM 1565-15 y UCV 2320) se observó la presencia de flores a los seis meses de edad, a partir de las cuales posteriormente se originaron frutos. Se pudo observar en ellos la producción de polen, mientras que en el resto de los clones no hubo floración al momento de las evaluaciones.

**Características morfológicas de las raíces reservantes.** Las características de las raíces reservantes también son útiles en la identificación de genotipos en este cultivo, dada su amplia variabilidad. En los clones evaluados, el color externo de las raíces varió de amarillo hasta marrón oscuro en 86,66% de los clones. El color de corteza (felodermis) varió de blanco a rosado, coincidiendo con lo indicado por Montaldo (1991) para esta característica; siendo el blanco el color de mayor frecuencia 53,33%, mientras el 33,33% (PER 183, CM 523-7, SM 805-15, SM 909-25 y UCV 2320) presentaron corteza rosada y el 13,33% (BRA 383 y TAI 8) crema.

Las raíces pueden adquirir formas y tamaños muy variables, siendo estas características dependientes tanto de la variedad como de las condiciones ambientales en que la planta crece (Ceballos y De la Cruz, 2002). En los clones estudiados la forma de las raíces varió de cónica-cilíndrica (66,66%) a cilíndrica (33,33%) en el caso de BRA 383, CM 6438-14, CM 6740-7, SM 909-25 y UCV 2320. El color de la pulpa de las raíces varió de blanco a amarillo, coincidiendo con Montaldo (1991), quien señaló que estos cultivos poseen tres tipos de coloración de pulpa: amarilla; crema y blanca. En el 80% de los clones evaluados la pulpa fue blanca, característica de preferencia en la industria para elaboración de harinas (Polanco, 1998), en SM 805-15 fue color crema y amarilla en TAI 8 y CM 6119-5.

Todos los clones evaluados tuvieron una corteza externa de adherencia débil, característica de preferencia en la industria de almidón y harinas (Montaldo, 1991). En el 93,33% de los clones la corteza es fácil de desprender al momento de pelar las raíces, una característica de importancia para consumo fresco (Polanco, 1998); BRA 383 presentó una adherencia más fuerte de la felodermis a la pulpa de las raíces.

De acuerdo con Montaldo (1991) y Ceballos y De la Cruz (2002), el tipo de inserción de las raíces tiene importancia comercial, ya que en el proceso de separación de raíces sésiles se producen daños que aceleran el deterioro fisiológico post-cosecha cuando el pedúnculo es muy largo (>10cm), es necesario remover gran cantidad de suelo para su extracción y si el pedúnculo se rompe ocurren mayores pérdidas de raíces, ya que quedan en el suelo. Según Sánchez y Alonso (2002) los criterios de calidad morfológica indican que las variedades de yuca más apropiadas para ser conservadas son las que tienen raíces de tamaño mediano con pedúnculos bien desarrollados, ya que sufren menos pérdidas por daños físicos durante la cosecha, selección y almacenamiento. De los clones estudiados el 86,66% presentó raíces con inserción mixta (sésiles y pedunculadas), CM 6438-14 presentó raíces sésiles y CM 7514-8 pedunculadas. Todas las raíces pedunculadas presentaron pedúnculos cortos (<5cm).

En cuanto a la posición de las raíces o dirección de crecimiento, Ceballos y De la Cruz (2002) señalaron que esta característica depende tanto de la variedad como de las condiciones ambientales en que la planta crece, y según Montaldo (1991) de los tipos cultivados se seleccionan las de crecimiento horizontal u oblicuo. La forma de crecimiento más frecuente más frecuente (80% de los clones), fue irregular (13,33%)

TABLE II  
PROMEDIOS DE ALTURA DE PLANTAS, NÚMERO, PESO Y PORCENTAJE DE RAÍCES  
TOTALES Y COMERCIALES, CONTENIDO DE HCN EN RAÍCES DE 14  
CULTIVARES ÉLITES DE YUCA Y UN TESTIGO, A LOS 8 MESES DE EDAD DEL CULTIVO

Tratamientos	Altura (m)*	RT* (n)	RC** (n)	R <sup>10</sup> T (kg)*	R <sup>10</sup> PT (kg·ha <sup>-1</sup> )	RC* (kg)	R <sup>10</sup> PC (kg·ha <sup>-1</sup> )	R <sup>10</sup> C* (%)	HCN* (mg/kg)	MS* (%)
T1 (BRA 383)	1,51 abcd	8,0 cde	3,33	1,9	19000	1,41	14100	43,70 a	14,64 b	42,58 abc
T2 (PER 183)	1,52 abcd	6,33 de	2,0	1,7	17000	1,26	12600	29,16 a	7,89 cd	36,72 d
T3 (TAI 8)	1,29 de	8,0 cde	2,33	1,5	15000	1,0	10000	25,0 ab	22,13 a	44,92 a
T4 (CM 523-7)	1,54 abc	13,33 a	3,66	1,9	19000	1,11	11100	26,84 a	22,99 a	40,36 abcd
T5 (CM 3306-4)	1,46 abcd	11,66 abc	4,33	2,13	21300	1,41	14100	33,93 a	6,82 cde	42,65 abc
T6 (CM 4574-7)	1,61 ab	9,66 abcde	4,0	2,46	24600	1,8	18000	46,44 a	5,31 de	37,77 cd
T7 (CM 4843-1)	1,32 cde	9,0 bcde	2,0	1,46	14600	0,68	6800	24,17 ab	15,0 b	41,00 abcd
T8 (CM 6119-5)	1,14 e	6,0 e	2,66	1,43	14300	0,98	9800	31,81 a	10,42 bc	43,87 ab
T9 (CM 6438-14)	1,29 cde	6,0 e	3,0	1,83	18300	1,43	14300	45,08 a	5,03 de	39,68 bcd
T10 (CM 6740-7)	1,66 a	8,66 bcde	3,33	1,86	18600	1,2	12000	36,47 a	2,36 e	40,06 abcd
T11 (CM 7514-8)	1,44 abcd	8,0 cde	2,66	1,3	13000	0,89	8900	29,54 a	6,66 cde	43,32 abc
T12 (SM 805-15)	1,48 abcd	10,66 abcd	4,0	2,2	22000	1,56	15600	37,02 a	6,09 cde	41,14 abcd
T13 (SM 909-25)	1,36 bcde	12,66 ab	3,33	2,16	21600	1,31	13100	24,99 ab	6,21 cde	40,84 abcd
T14 (SM 1565-15)	1,45 abcd	10,0 abcde	4,66	2,36	23600	1,8	18000	47,84 a	7,78 cd	41,70 abcd
T15 (UCV 2320)	1,52 abcd	7,33 cde	2,66	1,23	12300	0,95	9500	14,29 b	2,65 e	39,04 bcd
Coef. Variación	8,92	25,18	41,55	34,8		51,15		47,96	27,75	6,78

\* Medias seguidas de diferentes letras en las columnas son estadísticamente diferentes (Duncan; 0,05).

\*\* Sin diferencias significativas.

RT: raíces totales por planta, RC: raíces comerciales por planta, R<sup>10</sup>T: rendimiento total por planta, R<sup>10</sup>PT: rendimiento potencial de raíces totales, R<sup>10</sup>PC: rendimiento potencial de raíces comerciales, R<sup>10</sup>C: rendimiento de raíces comerciales por planta, HCN: contenido de ácido cianhídrico (mg·kg<sup>-1</sup> de raíz fresca), MS: contenido de materia seca.

en CM 6740-7 y SM 909-25, y vertical (6,66%) en TAI 8.

La buena calidad culinaria de la yuca depende de un tiempo de cocción <30min y al final la yuca cocida debe tener una consistencia entre dura y muy blanda, y no debe tener fibras ni tejidos lignificados (Sánchez y Alonso, 2002). Con respecto a la calidad culinaria de las raíces, la tendencia fue buena en el 93,33% de los clones, ya que presentaron una consistencia suave a los 20min de cocción, pero en CM 6740-7 se observó una coloración oscura luego de la cocción. Las raíces del clon TAI 8 presentaron una consistencia dura luego de la cocción. De acuerdo con estas características de calidad y los resultados obtenidos se puede observar que las raíces producidas por la mayoría de estos clones cumplen con las exigencias del mercado para consumo fresco.

En cuanto al deterioro post-cosecha (rayado marrón) las raíces del 80% de los clones no presentó signos de deterioro a los cuatro días después de la cosecha, BRA 383 presentó ~15% de las raíces

deterioradas, y TAI 8 y CM 3306-4 presentaron >40% de las raíces deterioradas. En el resto de los clones se observó el comienzo del rayado marrón a los 5 días luego de la cosecha y en BRA 383, SM 805-15 y UCV 2320 a los 7 días luego de la cosecha. Estas diferencias en cuanto al grado de deterioro en las raíces reservantes de los clones evaluados coinciden con lo señalado por Aguiar y Arismendi (1980), que el avance del deterioro en las raíces está relacionado con la susceptibilidad de los clones al rayado marrón, ya que las raíces de algunos clones están más propensas que las de otros a presentar anomalías, e igualmente se puede observar que los daños que sufren las raíces durante la cosecha aceleran el proceso de deterioro fisiológico. Durante el período de evaluaciones solo fue observado deterioro fisiológico (rayado marrón) y no se presentó deterioro microbiano en las raíces.

*Características cuantitativas de la parte aérea y de las raíces.* La altura alcanzada por las plantas es una caracte-

rística de especial importancia desde el punto de vista agronómico. La yuca es un arbusto de tamaño variable, siendo los de porte intermedio a altos los más recomendables debido a que facilitan algunas labores de campo (Montaldo, 1991). La altura de planta a los ocho meses, varió de manera significativa (Tabla II), siendo CM 6740-7 (T10) con una media de 1,66m y CM 4574-7 (T6) con 1,61m las de mayor altura. De acuerdo a Montaldo (1991) bajo estas condiciones a los ocho meses de edad, las alturas observadas permiten agrupar los clones como de porte bajo a intermedio.

El número de raíces totales producidas por los clones evaluados (Tabla II) varió de manera significativa. Se destaca el clon CM 523-7 (T4) con media de 13,33 raíces/planta, seguido por SM 909-25 con 12,6. Con relación al número de raíces comerciales producidas por los diferentes clones no se observaron variaciones significativas (Tabla II), aunque la tendencia a producir la mayor cantidad de raíces comerciales fue la de SM 1565-15 (4,66 raíces comerciales/planta), segui-

do por CM 3306-4 (4,33). El porcentaje de raíces comerciales también mostró variaciones significativas, siendo SM 1565-15 (T14) el que mostró una tendencia a producir la mayor cantidad de éstas (47,84%), seguido por CM 4574-7 (46,44%). Estos valores de raíces comerciales <50% son indicativos de que bajo estas condiciones ninguno de los clones evaluados se comporta como precoz, por lo que requieren más tiempo para lograr mayor desarrollo y con ello mayores rendimientos de raíces reservantes.

El peso de raíces totales no mostró diferencias significativas (Tabla II), pero CM 4574-7 (T6) mostró una tendencia a producir mayor peso total de raíces, con media de 2,46kg/planta; seguido por el SM 1565-15 (2,36). El peso de raíces comerciales no mostró variaciones significativas entre los clones (Tabla II), aunque la tendencia a producir el mayor peso de las raíces comerciales fue de los clones CM 4574-7 (T6) y SM 1565-15 (T14) con media de 1,8kg raíces comerciales/planta, para un rendimiento potencial de 18000kg·ha<sup>-1</sup>, seguido por el SM 805-15 (T12) con 1,56kg y un rendimiento potencial de 15600kg·ha<sup>-1</sup>.

Con relación a la producción de este cultivo en el país, FAO (2005) señala que el rendimiento promedio es de 12250t·ha<sup>-1</sup>. Algunos de los clones superan este promedio a los ocho meses, tal como es el caso de CM 4574-7 (T6) y SM 1565-15 (T14) con 18000kg·ha<sup>-1</sup> c/u, seguidos por otros seis clones (Tabla II).

Del mismo modo, seis clones mostraron rendimientos potenciales de raíces totales superiores al promedio nacional, lo cual los hace aptos para ser empleados por la agroindustria. Estos fueron los clones TAI 8 (15000kg·ha<sup>-1</sup>) CM 523-7 (19000), CM 4843-1 (14600), CM 6119-5 (14300), CM 7514-8 (13,000) y UCV 2320 (12300kg·ha<sup>-1</sup>).

Estas diferencias en rendimientos de los diferentes clones se deben a diferencias varietales relacionadas con el potencial de producción de cada uno de ellos bajo las condiciones del campo experimental donde se realizaron las mediciones. Polanco (1998) encontró, estudiando 124 clones, que a los once meses los rendimientos variaron entre 13 y 38t·ha<sup>-1</sup>, lo que demuestra que el potencial productivo de los clones es una característica muy variable.

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante la caracterización de la parte aérea y de las raíces reservantes se observa que para la mayoría de los descriptores evaluados existe variabilidad entre los clones estudiados, lo cual tiene relación con lo indicado por Goncalvez (1992) en cuanto a que en la mayoría de los estudios de naturaleza agronómica, morfológica, resistencia a plagas y enfermedades y rasgos de calidad realizados en yuca se ha identificado variabilidad genética. Velásquez (1993) señaló del mismo modo que la amplia variabilidad de las características botánicas en yuca indican un alto grado de heterogeneidad e hibridación intraespecífica, lo que hace posible que existan numerosos clones que se distinguen por sus expresiones morfológicas y de color (Figura 2). Según Ceballos y De la Cruz (2002) las expresiones de muchas características es variable y profundamente influenciadas por el ambiente. En cuanto a las características cuantitativas se ha encontrado que los rendimientos varían dependiendo del clon y de las condiciones ambientales, y para CIAT (1993) la yuca puede rendir hasta 90 t·ha<sup>-1</sup> de raíces frescas en condiciones favorables.



Figura 2. Clones de yuca creciendo en campo, donde se puede observar las diferencias en la intensidad de coloración de follaje y pecíolos.

#### *Contenido de ácido cianhídrico en raíces*

El análisis de la varianza para el contenido de cianuro potencial en los diferentes tratamientos estudiados a los 8 meses mostró diferencias significativas entre ellos; las mayores medias fueron para los tratamientos TAI 8 y CM 523-7 con 22,99 y 22,12 mg/kg respectivamente; seguido por los tratamientos CM 4843-1 y BRA 383 con 15,0 y 14,64 mg/kg. De acuerdo con los resultados obtenidos, estos clones, bajo estas condiciones (cosecha a los 8 meses) se comportaron como clones dulces; lo cual indica que pueden ser consumidos directamente sin requerir tratamientos para eliminar ácido cianhídrico, ya que las bajas cantidades que poseen se eliminan con la cocción sin representar riesgos a los consumidores.

#### *Contenido de materia seca*

El porcentaje de materia seca varía mucho entre las distintas variedades y se ha observado que este factor está muy ligado a las condiciones ambientales (Toro y Alonso, 1983). El análisis de la varianza para el contenido de materia seca en los diferentes clones estudiados a los ocho meses mostró diferencias significativas entre ellos. El mayor contenido (Tabla II) fue el de TAI 8 (T3) con una media de 44,92%, seguido por CM 6119-5 (43,87%). De acuerdo con los resultados obtenidos y con Lisímaco

Alonso (comunicación personal, 2007), se puede observar que los clones presentan altos contenidos de materia seca (>35%) que los hace aptos para uso industrial. Del mismo modo, la mayoría de ellos presentan características adecuadas que los hacen aptos para ser empleados en el mercado para consumo fresco, ya que cumplen con las exigencias establecidas para este mercado.

En estudios realizados por el Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca (Clayuca, s/f) sobre el comportamiento de clones de yuca en Colombia, entre 18 clones mejorados se encontró que los cultivares CM 7951-5, SM 1219-9, MBRA 383, CM 6740-7, CM 7514-7, SM 1460-1 y SM 1741-1 sobresalieron tanto por su rendimiento en peso fresco como por los altos valores de contenido de materia seca. Aunque los cultivares evaluados tenían un carácter industrial, algunos presentaron facultades para el exigente mercado de consumo fresco, tal es el caso de la MBRA 383; mientras que otros, como CM 6740-7, SM 1741-1, SM 1557-17 y CM 5655-4 indicaron un uso potencial para otros mercados alternativos como el de croquetas y precongelados.

#### **Conclusiones**

– En todos los clones hubo crecimiento de brotes y raíces a través de la multiplicación *in vitro* con variaciones en la altura al-

canzada y número de nudos producidos por vitroplanta, lo cual permitió que pudieran ser multiplicados por esta vía. La propagación *in vitro* constituye por lo tanto, una alternativa de multiplicación de plantas con tasas de propagación mayores a las obtenidas por métodos tradicionales de reproducción asexual.

– En el proceso de aclimatación de los clones de yuca hubo un alto porcentaje de pérdidas (47-100%) debido a la susceptibilidad de algunos genotipos al proceso de aclimatación y a la acción de agentes bióticos y abióticos; sin embargo, los clones que mejor se adaptaron a esta etapa, tales como BRA 383, CM 6119-5, CM 6740-7 y SM 805-15 mostraron un alto potencial de crecimiento en campo y proporcionaron datos de interés agronómico para las zonas productoras de Venezuela.

– La caracterización morfológica de los materiales indicó la presencia de caracteres variables en los diferentes clones evaluados; algunos de ellos varían en mayores proporciones que otros, como es el caso de las coloraciones presentes en diversas partes de la planta, principalmente en pecíolos y tallos. Esta caracterización permitirá la introducción de los clones a los bancos de germoplasma respectivos para su conservación, mantenimiento y uso potencial en los programas de mejoramiento genético.

– La mayoría de los clones evaluados superaron los rendimientos promedios que actualmente se obtienen en Venezuela, destacándose los clones CM 4574-7, SM 1565-15, BRA 383, SM 805-15 y CM 6438-14 con rendimientos potenciales de raíces para consumo fresco entre 14000 y 18000kg·ha<sup>-1</sup>. Las raíces de la mayoría de los clones presentaron buena calidad culinaria, en algunos casos mostraron tolerancia al rayado marrón, como ocurrió con BRA 383, SM 805-15 y UCV 2320. Del

mismo modo, los clones TAI 8, CM 523-7, CM 4843-1, CM 6119-5, CM 7514-8 y UCV 2320 mostraron rendimientos potenciales de raíces totales superiores al promedio nacional, lo cual los hace aptos para ser empleados por la agroindustria.

– Los clones BRA-383, CM 6740-7, CM 6438-14 y SM 805-15 demostraron poseer altas tasas de multiplicación *in vitro*, con producción de plantas vigorosas hasta la etapa de aclimatación. En campo mostraron altos rendimientos y altos contenidos de materia seca. Para la región, estos resultados representan una oportunidad de generar alto valor agregado con los clones élites de yuca seleccionados, los cuales podrían formar parte del Plan Nacional de Semilla que lleva a cabo el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y contribuir en el mediano plazo con la distribución de semilla de alta calidad.

#### REFERENCIAS

Aguar J, Arismendi L (1980) Métodos de almacenamiento en cuatro cultivares de yuca. En: *Seminario nacional de yuca*. UCV. Facultad de Agronomía. Maracay. pp. 249-267.

Albarrán J, Fuenmayor F, Fuchs M (2003) Propagación *in vitro* de clones seleccionados de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) pertenecientes al Banco de Germoplasma del INIA-CENIAP. *Red de Biotecnología Agroalimentaria*, Encuentro Nacional. Memorias.

Ceballos H (2002) La yuca en Colombia y el mundo: Nuevas perspectivas para un cultivo milenar. En Ospina B, Ceballos H (Comps.) *La yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización*. CIAT. Cali, Colombia. pp. 1-13.

Ceballos H, De La Cruz H (2002) Taxonomía y morfología de la yuca. En Ospina B, Ceballos H (Comps.) *La yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización*. CIAT. Cali, Colombia. pp. 17-33.

CIAT (1993) *Yuca: Lo Último Acerca de un Cultivo Milenario*. Folleto divulgativo. Centro

Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

Clayuca (s/f) *Día de campo: yuca para el nuevo milenio*. www.Clayuca.org/yuca/bol\_edi.htm (Cons. 04/2003)

Cocke R (1979) *An enzymatic essay for the total cyanide content of cassava*. *J. Sci. Food. Agric.* 29: 345-352.

Domínguez C, Ceballos L, Fuentes C (1983) Morfología de la planta de yuca. En Domínguez C (Comp.) *Yuca: Investigación, Producción y Utilización*. Doc. N° 50. CIAT. Cali, Colombia. p 29-49.

Dufour D (1996) Apoyo al sector almidonero de yuca en Colombia. Impacto del proyecto CIRAD/CIAT. En Montaldo A (Comp.) *La yuca frente al hambre del mundo tropical*. UCV-CECOTUD-FEDEAGRO-Fondo de Crédito Agropecuario. Maracay, Venezuela. pp. 301-311.

Enríquez G (1991) Descripción y evaluación de los recursos genéticos. En Castillo R, Estrella J, Tapia C (Eds.) *Técnicas para el manejo y uso de recursos genéticos vegetales*. INIAP. Quito, Ecuador. pp. 116-140.

FAO (2000) *Defensa de la causa de la yuca*. www.fao.org/inicio.htm (Cons. 07/2002).

FAO (2005) *Superficie, Producción y Rendimiento de yuca en Venezuela*. www.fao.org/faostat/lamerica/htm (Cons. 09/2005).

FAO/FIDA (2000) *La economía mundial de la yuca: hechos tendencias y perspectivas*. UN Food and Agriculture Organization. Roma, Italia. 59 pp.

Fukuda W, Guevara C (1998) *Descriptores morfológicos e agronómicos para a caracterização de mandioca (Manihot esculenta Crantz)*. Doc. 78. EM-BRAPA-CNPMP. 38 pp.

Goncalvez M (1992) Cassava breeders' needs for genetic diversity. En *International network for cassava genetic resources*. CIAT. Cali, Colombia. pp. 141-144.

Gou J, Liu Y (1994) Rapid propagation of cassava by tissue culture and its application in rural districts in China. *The Cassava Biotechnology Network. Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Sci. Meet.* Bogor, Indonesia. pp. 183-189.

Henry G, Westby A, Collison C (1998) *Global Cassava end uses and markets: Current situation and recommendations for further study*. www.globalcassavastrategy.Net.htm (Cons. 09/2002)

Litz R, Jarret R (1991) Regeneración de plantas en el cultivo de tejidos: embriogénesis so-

mática y organogénesis. En Roca W, Mroginski L (Eds.) *Cultivo de tejidos en la agricultura*. CIAT. Cali, Colombia. pp. 143-172.

Montaldo A (1991) *Cultivo de raíces y tubérculos tropicales*. IICA. Costa Rica. pp. 131-230.

Murashige T, Skoog F (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.

O'Brien G, Taylor A, Poulter N (1991) Improved enzymic assay for cyanogens in fresh and processed cassava. *J. Sci. Food Agric.* 56: 277-289.

Páez J (1989) Propagación *in vitro* de dos cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Rev. Fac. Agron.* 38: 139-146.

Polanco D (1998) Caracterización morfológica, isoenzimática, contenido de cianuro y almidón en el banco de germoplasma *in vivo* de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 99 pp.

Prodeca (2005) Estudio de mercado de la yuca y sus derivados en Venezuela. www.infocentro.gob.ve/viewusuario/docs/laYucaysusDerivadosenVzla (Cons. 10/2007).

Roca W (1983) Cultivo de tejidos en yuca. En Domínguez C (Comp.) *Yuca: Investigación, Producción y Utilización*. Doc. N° 50. CIAT. Cali, Colombia. pp. 153-163.

Sánchez T, Alonso L (2002) Conservación y acondicionamiento de raíces frescas. En Ospina B, Ceballos H (Comps.) *La yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización*. CIAT. Cali, Colombia. pp. 503-526.

Toro J, Alonso C (1983) Determinación del contenido de materia seca y almidón en yuca por el sistema de gravedad específica. En Domínguez C (Comp.) *Yuca: Investigación, Producción y Utilización*. Doc. N° 50. CIAT. Cali, Colombia. pp. 567-575.

Velásquez E (1993) *Descriptores y parámetros sugeridos para la elegibilidad de cultivares de yuca (Manihot esculenta Crantz), con fines de certificación*. FONAIAP. Ser. B. Venezuela. 28 pp.

Wheatley C, Lozano C, Gómez G (1983) Deterioro postcosecha de raíces de yuca. En Domínguez C (Comp.) *Yuca: Investigación, Producción y Utilización*. Doc. N° 50. CIAT. Cali, Colombia. pp. 493-510.