

# EFFECTO DE LA VARIABILIDAD EN GENOTIPOS DE YUCA SOBRE FACTORES VINCULADOS A LA BROTAÇÃO Y CRECIMIENTO DE ESQUEJES

Ennodio J. Velásquez<sup>1</sup>

## RESUMEN

Para estudiar la influencia de la variabilidad en genotipos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) sobre la brotación y crecimiento de sus tallos se condujo un experimento con ocho clones como MVen-07, MVen-88, MBol-12, SG-107-35, Bonifacia-N, Bonifacia-R, Canaria-D y UCV- 2105. Éstos fueron previamente cultivados bajo un mismo sistema de manejo y cosechados a los 11 meses de edad, seleccionándose tallos con diámetros de 2,5-3,5 cm a objeto de controlar fuentes de variación de origen no genético. La clasificación de genotipos se hizo mediante un método basado en descriptores de la planta. Se utilizó un diseño en bloques al azar con ocho tratamientos y cuatro réplicas. En los esquejes de estos clones se evaluó la humedad, brotación y materia seca producida en la parte aérea y radical. En los genotipos predominó el porte de 1,51-2,50 m, tallos con crecimiento recto, hábito erecto, ramificaciones de cuatro niveles o más, raíces con textura rugosa, forma cilindro-cónica, felodermis crema-amarillo, pulpa blanca, hojas oblanceoladas, con siete lóbulos, peciolo amarillo verdoso, tallos amarillo-verdoso, y nivel tóxico en raíces. Se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre clones excepto para la brotación, propiedad que no fue afectada. Las diferencias en el crecimiento aéreo y radical de los esquejes fueron atribuidas a causas de naturaleza genética reflejada en características tales como porte de planta, niveles de ramificación, forma de lóbulos de las hojas, altura de ramificación y decumbencia. El mejor balance obtenido respecto a las variables estudiadas se encontró en los genotipos MVen-07, Bonifacia-R y SG-107-35.

**Palabras clave adicionales:** *Manihot esculenta*, propagación, hábito de crecimiento

## ABSTRACT

### Effect of the variability of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genotypes on factors related to sprouting and growth of stem cuttings

To study the influence of cassava genotypes variability on sprouting and growth of stems cuttings, an experiment was conducted with eight clones identified as MVen-07, MVen-88, MBol-12, SG-107- 35, Bonifacia-N, Bonifacia-R, Canaria-D and UCV-2105. Previously, the clones were cultivated under similar management system and harvested at 11 months old, selecting stems with diameters from 2.5 to 3.5 cm, for controlling no genetic sources of variation. A randomized completely block design with four replications was applied, and water content, sprouting, and aerial and root dry matter on the stems cuttings were evaluated. Characteristics more frequently found were plant size from 1.51 to 2.50 m, stems with right growth, erect habit, ramifications with four and more levels, roots with corrugated texture, cylinder- conic shape, cream-yellow felodermis, and white flesh, oblanceolate leafs, with seven lobules, yellow-green petioles, yellow-green stems and toxic roots. Significant differences were found between clones ( $P \leq 0.01$ ) except for sprouting, factor that was not affected by genotype variations. The differences related to aerial and radical growth of stems cuttings was attributed to genetic reasons in characteristics, such us plant size, ramification levels, shape of leaf lobules, ramification height and decumbence. The best balance related to the studied variables was found on genotypes MVen-07, Bonifacia-R and SG-107-35.

**Additional key words:** *Manihot esculenta*, propagation, growth habits

## INTRODUCCIÓN

La búsqueda de un buen material de propagación para el establecimiento de plantaciones de yuca, *Manihot esculenta* Crantz, implica la selección de tallos sanos, frescos, de

edad, grosor y nivel nutritivo adecuados, y que además, provengan de cultivares con alto potencial productivo. Entre los criterios considerados para determinar la calidad de la “semilla” vegetativa están la brotación de esquejes y su crecimiento inicial, evaluados en función de

Recibido: Abril 1, 2005

Aceptado: Marzo 6, 2006

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). CIAE Monagas. Apdo. 184. Maturín, Venezuela

sus factores correlacionados como la humedad de tallos, tiempo de emisión de látex y materia seca de la parte aérea y radical (Velásquez, 2001). La calidad de los tallos puede ser seriamente afectada, especialmente bajo condiciones de almacenamiento prolongado. Esta práctica, muchas veces necesaria, puede afectar la brotación y enraizamiento además de reducir el vigor de las plantas debido principalmente a las pérdidas de humedad, las cuales predispone a los tallos al ataque de plagas (López, 2002). Trabajos de almacenamiento conducidos por Leihner y Andrade (1985) señalan que los tallos de yuca pierden su poder germinativo a causa de la deshidratación, infestación por patógenos y otras influencias no precisadas. Los mismos autores sostienen que los daños sufridos en el almacenamiento inducen a pérdidas importantes del rendimiento radical.

El comportamiento entre clones de yuca, respecto a la brotación y el crecimiento puede ser diferente debido a una amplia variabilidad de genotipos dentro de la especie. De allí la importancia que adquiere la identificación o clasificación de clones de yuca por sus características, principalmente representadas por expresiones fenotípicas.

La variabilidad que puede encontrarse entre clones de yuca proviene principalmente de la recombinación de la especie por vía sexual y su posterior reproducción vegetativa. La yuca es una planta monoica con flores unisexuales y por lo general el estigma madura antes que la antera. Este fenómeno conocido como una dicogamia del tipo "protoginia" favorece la polinización cruzada y convierte a la yuca en una especie altamente heterocigota (Acosta, 1991; Ceballos y De la Cruz, 2002).

La diferencia entre clones de yuca se puede establecer mediante trabajos de caracterización utilizando descriptores de la planta (Franco e Hidalgo, 2003). Diversas propuestas de descriptores se han formulado donde se incluyen numerosos factores, siendo la versión de mayor difusión la elaborada por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (Gulick et al., 1983).

El manejo de muchos factores descriptivos dificulta la diferenciación intraclonal, por lo que se plantea la necesidad de la aplicación de métodos de clasificación o sistemas más sencillos. Sin embargo, poco se conoce sobre la

clasificación de clones. Velásquez (1993) elaboró un instrumento de clasificación de clones de yuca con base en características presumiblemente controladas por factores genéticos, importantes para propósitos de mejoramiento y fáciles de describir e identificar, concretándose de un universo de 170 descriptores y 60 parámetros propuestos por diferentes autores e instituciones internacionales, a tan sólo 12 características descriptivas. Se descartan características vinculadas a variaciones por clima, suelos, estado nutricional de la planta, como la mayoría de los factores relacionados con la dimensión y volumen de órganos de la planta.

De acuerdo a este método, los clones de yuca se describen mediante porte de la planta (altura, hábito y forma de crecimiento), ramificación del tallo (altura primera ramificación y niveles de ramificación), descripción de la raíz (forma, textura de superficie, color de corteza y pulpa, características de la hoja (número de lóbulos forma de lóbulo central) y características de la flor (color). Con la realización de estudios de cruzamiento o apareamiento se demostró posteriormente que la mayoría de estos caracteres son controlados por marcadores genéticos de herencia simple (Hershey y Ocampo, 1989). Velásquez (1993) consignó un conjunto de sugerencias de utilidad para la selección de cultivares de yuca con fines de certificación que comprenden características descriptivas, parámetros agronómicos y cualidades especiales de la planta.

Actualmente es posible estimar la calidad de los tallos de un clon de yuca en diferentes categorías dependiendo de la evaluación del porcentaje de brotación y crecimiento de esquejes, y las clases obtenidas experimentalmente (Velásquez, 2001). Sin embargo, estas categorías podrían no ser las mismas en los tallos de diferentes clones debido a la variabilidad existente entre genotipos, por lo que resulta necesario definir la influencia de estas variaciones clonales.

En el presente trabajo se estableció como objetivo definir cómo influyen las variaciones entre genotipos de yuca representadas por un grupo de clones seleccionados sobre los factores que determinan la calidad de los tallos, específicamente la brotación y el crecimiento de los esquejes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental San Agustín, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agrícolas del estado Monagas (INIA-Monagas), bajo condiciones de umbráculo. Fueron seleccionados ocho clones, provenientes del banco de genes de yuca del Instituto, identificados con los nombres de MVen-07, MVen-88, MBol-12, SG 107-35, Bonifacia-N, Bonifacia-R, Canaria- D y UCV- 2105.

La caracterización y clasificación del material vegetativo seleccionado se efectuó en las mismas parcelas del banco de germoplasma de yuca del INIA-Monagas, empleando criterios morfológicos y colorimétricos (Velásquez, 1986. Datos no publicados).

Este instrumento metodológico permite la obtención de expresiones alfa-numéricas, que distinguen a cada variedad o clon de yuca. Se manejaron tres grupos de características de la planta, las cuales fueron dispuestas en una posición o secuencia fija. En el primer grupo fueron incluidas características de la planta (porte) y del tallo en la secuencia siguiente: forma de crecimiento, hábito de crecimiento, nivel de ramificación y altura de primera ramificación, y en él se generaron 156 categorías teóricas. En el segundo grupo se ubicaron características de la raíz en la secuencia: textura de la superficie, forma, color de la felodermis y color de la pulpa, generándose 64 categorías teóricas. En el tercer grupo se ubicaron las características de forma de lóbulo de la hoja, número de lóbulos de la hoja, color del peciolo, color del tallo, color del súber y toxicidad.

Como a cada una de las categorías teóricas de características de los dos primeros grupos, le fue asignado un número, la identificación clonal definitiva resultante queda representada por aquellas expresiones numéricas en forma de fracción, donde el numerador se corresponde con el número asignado al primer grupo de características, y el denominador, con el segundo grupo. El tercer grupo representa información adicional, que puede ser utilizada en caso de presentarse clones con fracciones de idéntica numeración.

En la Figura 1 se presentan las principales características de la planta de yuca para clasificación clonal, y en el Cuadro 1, un resumen

de las escalas de color utilizadas y nivel de toxicidad en raíces frescas.

Los clones elegidos fueron cultivados previamente bajo un mismo sistema de manejo (preparación de tierras, edad de la semilla, época de siembra, sistema de plantación, fertilizantes, herbicidas, etc.) y cosechados a los 11 meses de edad, seleccionándose tallos con diámetros de 2,5-3,5 cm., a objeto de evitar la adición de fuentes de variación de origen no genético. Se cortaron estacas de 12 - 15 cm con 5-7 yemas, las cuales fueron plantadas en posición vertical, en bolsas de polietileno de 3-4 kg (27 x 22 cm), conteniendo una mezcla de suelo franco y arena, en proporción 2:1, previamente tratadas con fungicida e insecticida. Se utilizó un diseño en bloques al azar, con ocho tratamientos y cuatro réplicas.

De cada clon se sembraron 10 esquejes por réplica, para un total de 40 esquejes por tratamiento, en todo el ensayo. Sobre los esquejes de estos clones se evaluaron: humedad de tallos, brotación y materia seca producida en la parte aérea y radical.

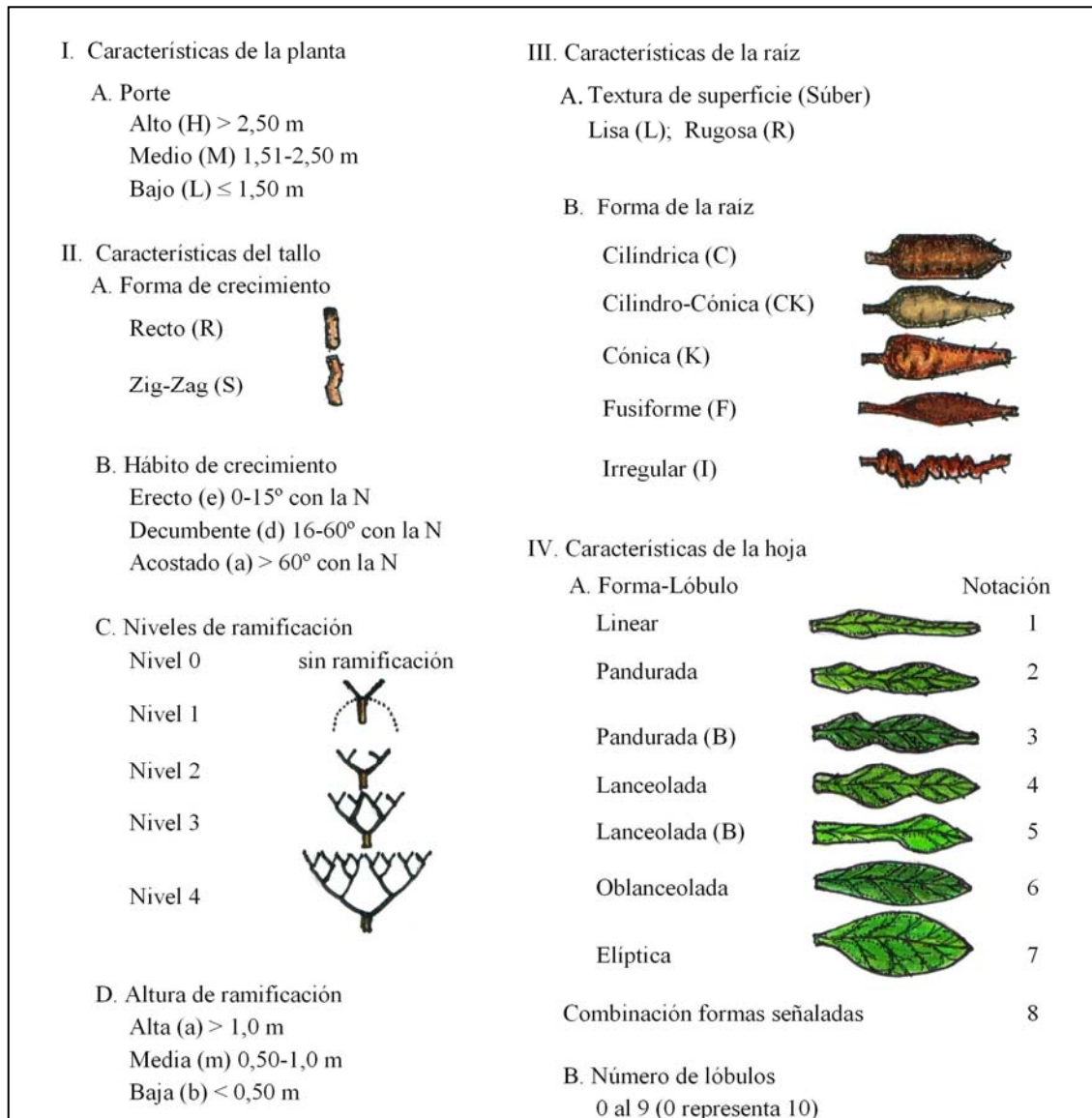
La humedad se obtuvo por diferencia, entre el peso fresco y el peso seco de esquejes. El secado se hizo en estufa a 65 °C durante 48 horas, más 6-8 horas adicionales, hasta peso constante. La brotación fue obtenida por el cálculo del porcentaje de estacas con al menos una yema brotada, 30 días después de plantadas (ddp). Para la obtención de la materia seca producida en los esquejes a los 30 ddp, tanto en la parte aérea como radical, se implementó el mismo procedimiento utilizado para determinar la humedad de tallos. Una vez conocida la humedad (%H), se calculó, por diferencia, la materia seca (%MS).

A cada variable estudiada se le aplicó un análisis de varianza y se elaboró un cuadro de promedios. Cuando se detectaron diferencias significativas, la separación de medias se efectuó con la mínima diferencia significativa de Bayes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización y clasificación de los genotipos

En el Cuadro 2 se presenta un resumen de la caracterización de los ocho clones de yuca seleccionados para el experimento, con base en descriptores morfocolorimétricos.



**Figura 1.** Características esenciales de la planta de yuca para la caracterización y clasificación de clones

**Cuadro 1.** Escalas de color de algunos órganos y tejido, y nivel de toxicidad para la caracterización y clasificación de clones de yuca (datos no publicados del autor)

Órgano o tejido	Referencia de color									
Pecíolo	Ap (0)	A (1)	AVe (2)	Ve (3)	Ve-Aos (4)	R (5)	ROc (6)	RO (7)	ROpu (8)	ROos (9)
Tallo	A (0)	Ap (1)	AVe (2)	Ac-Ao (3)	Mc (4)	M (5)	ROc (6)	RO (7)	Mos (8)	ROos (9)
Súber	BA (0)	Ap (1)	Ao (2)	M (3)	ROc (4)	RO (5)	ROos (6)	M (7)	Mosc (8)	MA (9)
Felodermis	B		C			R		V		
Pulpa de raíz	B (1)			C (2)			R (3)			
Toxicidad en raíz	Nivel de HCN < 50 mg·kg <sup>-1</sup> peso fresco (I)					Nivel de HCN > 50 mg·kg <sup>-1</sup> peso fresco (T)				
	Amarillo a naranja					Rojo a rojo oscuro				

A: amarillo; Ve: verde; R: rosado; M: marrón; RO: rojo; B: blanco; C: crema-amarillo; V: violeta; p: pálido; o: oliva; c: claro; os: oscuro; pu: púrpura; I: Inocuo; T: Tóxico. Referencias de color basadas en la notación Munsell (Universidad de Wisconsin)

El análisis descriptivo indica que todos los clones quedaron ubicados en el nivel medio (M) de altura de planta (1,5- 2,5 m.). En un 88 % de las accesiones se observó forma de crecimiento recta (R) del tallo, y en el resto, crecimiento en zig-zag (S), que corresponde al clon MV-88. El hábito de crecimiento erecto del tallo (e) resultó el más frecuente (63 %) y el resto decumbente (d). El 75% de los clones desarrolló cuatro o más niveles de ramificación, y el resto sólo tres niveles. La mitad de los genotipos alcanzaron una altura de primera ramificación mayor de 1,0 m, que corresponde a nivel alto (a) y la otra mitad se ubicó en el nivel intermedio (m). La descripción también revela predominio de la textura rugosa (R) en raíces amiláceas, con 63 %, y el resto, textura lisa (L). El 50% de los clones evaluados desarrollaron raíces de forma cilindro-cónica (CK), 25 % cilíndricas (C) y 25 % entre cónicas (K) y fusiformes (F). Se encontró felodermis de la raíz, rango de color crema-amarillo (C), en el 63 % de los clones, y el 37 % restante, se distinguió por felodermis rosada (R). En el 88 % de los

clones se observaron raíces con pulpa blanca (1), y apenas 12%, con pulpa crema-amarillo (C), correspondiente al clon Canaria-D. La forma de lóbulo de hoja oblanceolada (6) se observó en el 75% de los clones, y la forma linear, un 25%. También se identificaron hojas con siete lóbulos (88 %) y cinco lóbulos (12 %).

El color de pecíolo de las hojas correspondió a 38 %, en amarillo-verdoso, 25 % en rosado, 25 %, en rojo y 12 % en amarillo-pálido. El color del tallo en los clones quedó distribuido en 38 % en amarillo-pálido, 38 % en marrón-oscuro, 12 % en amarillo-verdoso y 12 % en marrón. En cuanto al color del súber de la raíz, se observó un 38% en amarillo-pálido, 38 % en marrón, 12 % en amarillo-oscuro y 12 % en rojo-oscuro. Respecto a la toxicidad, el 88 % de los clones resultaron ser tóxicos y sólo el 12 % fueron inocuos.

Estos resultados permiten señalar que no existen duplicados entre los genotipos seleccionados debido a que no se produjeron identificaciones con igual o similar estructura.

**Cuadro 2.** Identificación de ocho clones del banco de genes de yuca del INIA-Monagas basada en descripción morfoclorimétrica

Nº	Clon o genotipo	Características 1 <sup>er</sup> grupo	Características 2 <sup>do</sup> grupo	Características 3 <sup>er</sup> grupo	Identificación clonal 1 <sup>er</sup> grupo / 2 <sup>do</sup> grupo
1	MVen-07	MRe4m	LCKC1	67531-T	64/11
2	Bonifacia-N	MRe3a	RCR1	67287-T	60/37
3	Bonifacia-R	MRd4a	RCR1	67256-T	76/37
4	MBOL-12	MRd3a	RCKC1	17787-T	21/43
5	SG-107-35	MRe4a	LKC1	17531-I	63/19
6	UCV-2105	MRe4m	LCKR1	67232-T	64/13
7	MVen-88	MSd4m	RCKC1	65787-T	103/43
8	Canaria	MRe4m	RFC2	67121-I	64/60

### Humedad de tallos (%)

Los promedios del porcentaje de humedad en tallos recién cosechados, de ocho clones de yuca, variaron desde 62,51 %, para el clon Canaria-D, hasta 65,1 %, para el clon SG-107-35 (Cuadro 3). El promedio general de la humedad fue de 63,91 % con diferencias significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre los diferentes clones estudiados. El clon SG-107-35, que registró el mayor contenido de humedad (65,07 %) conformó un grupo único, no obstante, entre los clones SG-107-35, Bonifacia-R, Bonifacia-N y MVen-07 no se produjeron diferencias estadísticas. Estos últimos tres clones conformaron un segundo grupo. Una situación

similar ocurrió con los clones UCV-2105, MVen-88, MBol-12, representando la tercera categoría. El clon Canaria-D quedó incluido en el grupo de menor porcentaje de humedad. Toro y Atlee (1985) señalan, en pruebas de almacenamiento, una humedad promedio de tallos de un clon de yuca recién cosechado de 67 %.

La literatura existente muestra con mayor frecuencia los contenidos de humedad en una mezcla de follaje y tallos de yuca, sin identificar los clones (Toro y Atlee, 1985; Montaldo, 1991).

Velásquez (2001) evaluó la humedad en tallos de yuca, recién cosechados, originarios de un mismo clon (Bonifacia-R), clasificados por

diferentes categorías de diámetros, provenientes de plantas de una misma edad y cultivados bajo un mismo sistema de manejo, y no encontró diferencias significativas de humedad. Sosteniendo la hipótesis de que la aplicación de técnicas experimentales hayan sido constantes

para los ocho clones evaluados en este ensayo, se infiere que las variaciones de humedad entre ellos guardan cierta relación con las diferencias encontradas en morfología y arquitectura, las cuales parecen ser de naturaleza genética.

**Cuadro 3.** Promedios de los porcentajes de humedad, brotación, materia seca de la parte aérea (MSA) y radical (MSR), en esquejes de tallos recién cosechados de ocho clones de yuca, evaluados a los 30 ddp

Genotipo o clon	Humedad (%)	Brotación (%)	MSA (g)	MSR (g)
SG-107-35	65,1 a	100,0 a	5,669 b	1,344 ab
Bonifacia-R	64,5 ab	100,0 a	6,105 ab	1,252 bc
MVen-07	64,4 ab	100,0 a	6,489 a	1,494 a
Bonifacia-N	64,2 ab	100,0 a	5,865 b	1,096 cd
UCV-2105	63,7 bc	95,0 a	5,894 b	1,215 bc
MVen-88	63,7 bc	97,5 a	5,539 b	0,922 e
MBol-12	63,3 bc	95,0 a	6,015 ab	0,980 de
Canaria-D	62,5 c	97,5 a	5,944 ab	0,888 e

Separación de medias según la prueba DMS de Bayes ( $P \leq 0,01$ )

### Brotación de esquejes

Los porcentajes de brotación de esquejes de tallos recién cosechados, en los ocho clones de yuca evaluados, se localizan en el Cuadro 3. Los valores variaron desde 95% para el clon MBol-12, hasta 100%, para el clon MVen-07. No se produjeron diferencias estadísticas para brotación de esquejes, entre los distintos clones probados. Los resultados indican que en tallos sin almacenar, la brotación no fue influenciada por las variaciones genotípicas clonales. Esta respuesta puede tener su explicación en el hecho de que los tallos recién cosechados de cada clon, tenían suficiente humedad para alcanzar óptima brotación. Velásquez (2001) encontró, en experimentos con tallos de yuca almacenados, que el nivel mínimo de humedad en las estacas, para garantizar una óptima brotación de yemas, debe ubicarse por encima de 52 %. Este valor fue superado por todos los clones evaluados en el experimento. Sin embargo, debido a la alta variabilidad genética en la especie *Manihot esculenta* (Iwanawa et al., 1991), es muy probable que el resultado anterior pueda no repetirse con otros clones de yuca. En tal sentido, Lozano et al. (1985) señalaron que la variabilidad genética clonal (otro grupo de clones de yuca) establece considerables diferencias respecto la brotación de yemas, enraizamiento de estacas y vigor de

plantas. Sostienen, además, que la variación en la brotación puede estar estrechamente relacionada con que algunos clones poseen yemas más protegidas que otras. Tales diferencias se acentúan con el almacenamiento de los tallos. De esta discrepancia en los resultados, se infiere que pueden existir, dada la amplia variabilidad genética de la especie *M. esculenta*, muchos clones que arrojen diferencias de brotación, mientras otros permanezcan sin variaciones entre ellos.

### Materia seca de la biomasa aérea (MSA) y radical (MSR) por esqueje (g)

La MSA fluctuó en un rango desde 5,539 g con el clon MVen-88 hasta 6,489 g con el clon MVen-07, para un promedio general de 5,94 g. Se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre clones a los 30 ddp. La comparación de medias ubica al clon MVen-07 en un grupo con un comportamiento distinto de los clones Bonifacia-R, MBol-12 y Canaria-D, no existiendo diferencias estadísticas entre estos tres últimos. Caso análogo al anterior ocurrió con los clones UCV-2105, Bonifacia-N, SG-107-35 y MVen-88. Los promedios de MSR producida por los esquejes a los 30 ddp variaron desde 0,888 g (clon Canaria-D), hasta 1,499 g (clon MVen-07) con un promedio general de 1,148 g de raíces secas,

presentándose para este factor, la mayor variación de comportamiento entre clones (Cuadro 3). Aun cuando en algunos clones, los promedios de MSA y MSR mostraron cierta tendencia de proporcionalidad, no hubo correlación entre estas dos variables para el grupo de clones en estudio ( $r = 0,504$ ;  $P \leq 0,05$ ).

Investigaciones conducidas por CIAT (1993), señala la existencia de correlación significativa entre los rendimientos de materia seca de la biomasa total, radical, índice de cosecha y fotosíntesis, en un grupo de clones evaluados del germoplasma de yuca. Los experimentos se realizaron a nivel de campo, en plantas de 4-10 meses de edad.

Los resultados permiten inferir que para el grupo de clones en estudio, un incremento en la biomasa radical no implica una mayor biomasa aérea. Por otra parte, se sigue sosteniendo que las diferencias encontradas entre los clones guarden una estrecha relación con las características genéticas, ya que se asume que otros factores intrínsecos de la técnica experimental fueron cuidadosamente controlados para evitar introducir fuentes de variación de naturaleza no genética. Los clones que exhibieron un mejor comportamiento general (incluye todas las variables) fueron MVen-07, Bonifacia-R y SG-107-35, y los más desfavorables, Canaria-D y MVen 88.

### CONCLUSIONES

En los genotipos de yuca predominaron las características: porte de planta desde 1,51 hasta 2,50 m, tallos con forma de crecimiento recta, hábito erecto, ramificaciones con cuatro niveles o más, raíces con textura rugosa, de forma cilindrocónica, felodermis crema-amarilla y pulpa blanca, hojas oblanceoladas, con siete lóbulos, tallos amarillo-verdosos y nivel tóxico en raíces amiláceas.

Los esquejes de tallos de los genotipos mostraron variaciones de importancia respecto a su humedad, producción de biomasa aérea y radical a los 30 días después de plantados, las cuales se atribuyeron a causas de naturaleza genética. La brotación de esquejes de tallos recién cosechados, no fue influenciada por la variabilidad de los ocho genotipos de yuca.

El mejor balance obtenido respecto a niveles

de humedad, brotación de yemas, y crecimiento aéreo y radical se encontró en los genotipos MVen-07, Bonifacia-R y SG-107-35.

### LITERATURA CITADA

1. Acosta Espinosa, J. 1991. Genética, citogenética y mejoramiento de la yuca. *In*: C. Hershey (eds.). Mejoramiento Genético de la Yuca en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp. 177-194.
2. Ceballos, H. y G.H. De la Cruz A. 2002. Taxonomía de la yuca. *In*: B. Ospina y H. Ceballos (eds.). La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. Publicación CIAT N° 327. pp. 16-32.
3. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1993. Cassava program report a working document N° 91. Cali, Colombia. pp. 143-165.
4. Franco, T.L. y R. Hidalgo. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Boletín técnico N° 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. 89 p.
5. Gulick, P., C. Hershey y J. Esquinas Alcázar. 1983. Genetic resources of cassava and wild relatives. International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). Roma, Italia. 56 p.
6. Hershey, C. y C.H. Ocampo. 1989. Descripción de nuevos marcadores genéticos en yuca. Yuca. Boletín informativo 13(1): 1-5.
7. Iwanawa, M., B.L. Maas y R. Hidalgo. 1991. Recursos filogenéticos del CIAT. Su papel en la investigación y el desarrollo. Revista Diversity 7(1-2): 13-14.
8. Leihner, D. E. y A.S. Andrade. 1985. Métodos y duración de almacenamiento de estacas de yuca. *In*: C. Domínguez (ed.). Yuca: Investigación, Producción y Utilización.

- Doc. N° 50. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp. 231-239.
9. López, J. 2002. Semilla vegetativa de yuca. *In*: B. Ospina y H. Ceballos (eds.). La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. Publicación CIAT N° 327. pp. 49-75.
10. Lozano, J.C., J.C. Toro., A. Castro y A.C. Bellotti. 1985. Selección y preparación de estacas de yuca para la siembra. *In*: C. Domínguez (ed.). Yuca: Investigación, Producción y Utilización. Documento de trabajo N° 50. pp. 209-229.
11. Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 408 p.
12. Toro, J.C. y C.B. Atlee. 1985. Prácticas agronómicas para la producción de yuca. *In*: C. Domínguez (ed.). Yuca: Investigación, Producción y Utilización. Documento de trabajo N° 50. pp. 167-198.
13. Velásquez, E.J. 1993. Descriptores y parámetros sugeridos para la elegibilidad de cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), con fines de certificación. Centro de Investigaciones Agropecuarias del estado Monagas. Maturín, Venezuela. Serie B. 28 p.
14. Velásquez, E.J. 2001. Estimaciones de calidad en tallos de yuca, *Manihot esculenta* Crantz. Universidad de Oriente, Núcleo Monagas. Tesis. Maturín, Venezuela. 188 p.