

Caracterización morfológica cualitativa en campo de plantas de *Sorghum bicolor* (L.) Moench cultivar 'CIAP 132R-05' regeneradas vía embriogénesis somática

Silvio de Jesús Martínez Medina^{1,2*}, Raúl Barbón², Novisel Veitía², Gudelia Rodríguez Valdés¹, Raúl Collado², Orlando Saucedo Castillo¹

¹Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830. e-mail: silviod@uclv.edu.cu

²Instituto de Biotecnología de Las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.

RESUMEN

La estabilidad fenotípica de las plantas obtenidas en condiciones *in vitro* es esencial para el éxito de cualquier protocolo de regeneración de plantas. El presente trabajo se realizó con el objetivo de caracterizar morfológicamente, a través de caracteres cualitativos y en condiciones de campo, plantas de *Sorghum bicolor* (L.) Moench cultivar 'CIAP 132R-05' regeneradas vía embriogénesis somática. Plantas obtenidas de embriones somáticos se compararon con plantas procedentes de semilla botánica. Se realizó una descripción de las etapas fenológicas durante el crecimiento y desarrollo de las plantas en condiciones de campo. Se evaluaron los caracteres morfológicos cualitativos de las hojas, el tallo y la panícula en dos progenies. Durante los periodos de cultivo se produjo homogeneidad en las etapas de desarrollo de las plantas de ambas poblaciones y en los caracteres morfológicos evaluados. La población de plantas obtenidas a partir de embriones somáticos y evaluados en condiciones de campo, durante dos generaciones, manifestó estabilidad fenotípica en los caracteres morfológicos cualitativos.

Palabras clave: caracteres cualitativos, estabilidad fenotípica, etapa fenológica, progenies

Qualitative morphological characterization in field of *Sorghum bicolor* (L.) Moench cultivars 'CIAP 132R-05' plants regenerated via somatic embryogenesis

ABSTRACT

The phenotypic stability of plants obtained under *in vitro* conditions is essential for the success of any plant regeneration protocol. The present work was carried out with the aim to characterize morphologically, through qualitative characters and in field conditions, plants of *Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. 'CIAP 132R-05' regenerated via somatic embryogenesis. Plants obtained from somatic embryos were compared with plants from botanical seed. A description was made at the phenological stages during the growth and development of the plants under field conditions. The qualitative morphological characters of the leaves, the stem and the panicle were evaluated in two progeny. During the cultivation periods there was homogeneity in the stages of development of both plants populations and in the morphological characters evaluated. The population of plants obtained from somatic embryos and evaluated under field conditions, during two generations, showed phenotypic stability in the qualitative morphological characters.

Keywords: phenotypic stability, phenological stage, progenies, qualitative characters

INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) es un cultivo de adaptación en zonas tropicales

y subtropicales del mundo, resulta de gran importancia para la alimentación humana y animal (Rooney *et al.*, 2007). La planta de sorgo se desarrolla bajo condiciones

ambientales desfavorables en las cuales es difícil de cultivar otros cereales. Esta característica se debe fundamentalmente a su resistencia al estrés hídrico y se considera como el cultivo más apto para las regiones áridas con bajos regímenes de precipitaciones (Metwali *et al.*, 2013).

En Cuba, la producción de sorgo constituye una alternativa para la alimentación animal y humana. En el año 2015 en el país se cultivaron 14 036 ha, de las cuales 1 267 fueron del cultivar 'CIAP 132R-05' con una producción de 2 535 t en el año, lo que representó el 24.49% de la producción total (IIG, 2016). Este cultivar es muy aceptado por los productores debido a su ciclo semiprecoz, que permite la rotación con el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Se caracteriza por su capacidad media de rebrote, fácil cosecha manual (porte pequeño), alto rendimiento agrícola en condiciones de secano (2.5 t ha⁻¹) y tolerancia a plagas (MINAG, 2005).

El cultivo de células *in vitro* induce cambios en muchas especies vegetales, los cuales son denominados como variación somaclonal (Bairu *et al.*, 2011). En sorgo existen pocos estudios en condiciones de campo relacionados con la estabilidad fenotípica de las plantas regeneradas *in vitro*. En este sentido, Hungtu *et al.* (1986) encontraron en la progenie R₀ variaciones morfológicas y citológicas donde la mayoría de estas no se transmitieron a las progenies R₁ y R₂.

En otra planta monocotiledónea como la caña de azúcar (*Sacharum* spp.), Castañeda *et al.* (2014) y Wendling *et al.* (2014) hicieron referencia al efecto del rejuvenecimiento fisiológico inducido por el cultivo *in vitro* en las plantas obtenidas por esta vía. También Freire *et al.* (2016) encontraron en la propagación de plantas regeneradas por embriogénesis somática en medio de cultivo líquido, la aparición de variaciones fenotípicas en campo asociadas al rejuvenecimiento *in vitro*.

Los embriones somáticos según Freire (2003) son material vegetal clonado comparado con los embriones cigóticos, por ello es esencial verificar la fidelidad genética y las características fenotípicas en condiciones de campo de las plantas, regeneradas de

embriones somáticos para asegurarse de que la embriogénesis somática para cada especie en particular entre ellas el sorgo, no está causando modificaciones genéticas. En *S. bicolor* cv. 'CIAP 132R-05', Martínez *et al.* (2016) encontraron cambios en varios caracteres morfológicos cuantitativos en la R₀ que no aparecieron al evaluar la R₁ y consideraron que estos se debían al efecto del rejuvenecimiento fisiológico y que pueden ser causados por cambios epigenéticos durante el cultivo de tejidos *per se*. Sin embargo estos autores al evaluar las dos progenies de plantas no hacen referencia a los resultados relacionados con los caracteres morfológicos cualitativos.

Debido a lo anteriormente expuesto se realizó el presente trabajo con el objetivo de caracterizar morfológicamente los caracteres cualitativos en condiciones de campo de plantas de *Sorghum bicolor* (L.) Moench cultivar 'CIAP 132R-05' regeneradas vía embriogénesis somática.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la CCS 'El Vaquerito' ubicado en el municipio de Santa Clara, provincia de Villa Clara en un suelo oscuro mullido medianamente lixiviado (Hernández *et al.*, 2015) y la topografía ligeramente llana.

Material vegetal

Plantas regeneradas de embriones somáticos del cultivar de sorgo granífero 'CIAP 132R-05' según el procedimiento descrito por Martínez *et al.* (2016) y plantas obtenidas de semilla botánica con categoría básica procedentes del banco de semillas del Centro de investigaciones Agropecuarias de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.

Diseño y condiciones experimentales

Se compararon plantas procedentes de embriones somáticos y de semilla botánica con 30 días de cultivo en condiciones de campo. Se empleó un diseño experimental de bloques al azar compuesto por tres réplicas por tratamiento y de 1500 plantas por tratamiento. Cada parcela (réplica) tenía de 25.2 m², con 6 m de largo y 4.20 m de ancho, seis surcos espaciados a 0.70 m uno de otro

y 16 plantas por metro lineal. Se evaluaron 50 plantas al azar por réplica cada 10 días en dos progenies.

El experimento para la evaluación de la progenie R₀ se desarrolló en condiciones de temperaturas máximas que fluctuaron entre 30.4 y 33.3 °C, humedad relativa entre 84 y 86%, precipitaciones promedio de 114.8 y 280 mm y velocidad del viento entre 3.7 y 4.5 km h⁻¹. El experimento de la progenie R₁ se llevó a cabo con temperaturas máximas que oscilaron entre 26.4 y 29.0 °C, humedad relativa entre 82 y 88%, precipitaciones entre 9.8 y 102.5 mm y una velocidad del viento entre 5.0 y 5.5 km h⁻¹.

Todas las labores agrotécnicas al cultivo, fertilización, riego y control de plagas y arvenses, se realizaron según las normas técnicas propuestas por Canet *et al.* (2011) para el cultivo del sorgo.

Caracteres morfológicos cualitativos

Etapas de crecimiento y desarrollo

Se realizó una descripción de las etapas fenológicas durante el crecimiento y desarrollo de las plantas en condiciones de campo (desde los diez días hasta los 55 días después del trasplante para R₀ y desde la siembra hasta la madurez fisiológica a los 85 días después de

la siembra para R₁). Esta se realizó según las etapas de crecimiento del sorgo adaptada por Frederiksen (1986). Las evaluaciones se realizaron cada 24 horas, para determinar el momento de ocurrencia de cada etapa fenológica.

Caracteres cualitativos relacionados con la morfología de la planta

Para evaluar la estabilidad fenotípica de las plantas obtenidas a partir de embriones somáticos, en comparación con las plantas procedentes de semilla botánica se empleó el descriptor del Registro Nacional de Variedades Comerciales (MINAG, 2005) para este cultivar, en cual aparecen los caracteres morfológicos cuantitativos, cualitativos y agronómicos.

Los caracteres cualitativos (Tabla 1) se describieron según sus expresiones fenotípicas. Para ello se tomaron 50 plantas al azar por réplica en las dos poblaciones de plantas, tanto para la progenie R₀ como la R₁.

También en las poblaciones de plantas estudiadas se evaluó de forma visual la incidencia de las plagas de importancia económica que aparecen referidas en el Registro de Nacional de Variedades Comerciales (MINAG, 2005) para el cultivar en estudio.

Tabla 1. Caracteres morfológicos cualitativos evaluados en condiciones de campo en plantas de *Sorghum bicolor* (L.) Moench cultivar 'CIAP 132R-05'.

Órgano de la planta	Caracteres cualitativos
Hojas	Porte del limbo, color de la nervadura principal del limbo, color del limbo
Tallo	Pigmentación de los nudos, jugosidad
Panícula	Densidad de la panícula, tipo de panícula, forma de la panícula, dehiscencia de la panícula, color de la gluma, vellosidad de la gluma, forma de la gluma, forma del ápice de la espiguilla, color de los estigmas, arista de la gluma, coloración de las anteras, color del grano, forma del grano, color de la planta en la cosecha y precocidad

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracteres morfológicos cualitativos

Etapas de crecimiento y desarrollo

Las plántulas después de ocho días de trasplantadas en campo iniciaron un rápido crecimiento y desarrollo (Figura 1 A). A los 30 días después del trasplante, el grano se tornó lechoso y tomó una coloración verde (Figura 1 B). Después de 42 días en condiciones de campo se inició el desarrollo de la masa del grano y comenzó un cambio de coloración de verde a rojo claro (Figura 1 C). Las plantas alcanzaron la madurez fisiológica a los 55 días después del trasplante. En esta etapa de desarrollo el grano tomó la coloración roja típica del cultivar (Figura 1 D). Las etapas se correspondieron con la descripción realizada por Canet *et al.* (2011).

Caracteres cualitativos relacionados con la morfología de las plantas

Los caracteres cualitativos relacionados con la morfología de la planta de las dos poblaciones en estudio, tanto para la progenie R_0 como para la R_1 , se correspondieron con los descritos para este cultivar según MINAG (2005) (Tabla 2, Figura 2).

Los factores del medioambiente no influyeron en los caracteres cualitativos. Según González y Rojo (2008) los caracteres cualitativos son menos influenciados por el ambiente y se pueden identificar fácilmente. Los cultivares deben tener, además de altos rendimientos, características uniformes y una respuesta consistente que permita identificarlos y facilitar su multiplicación (Douglas *et al.*, 1991).

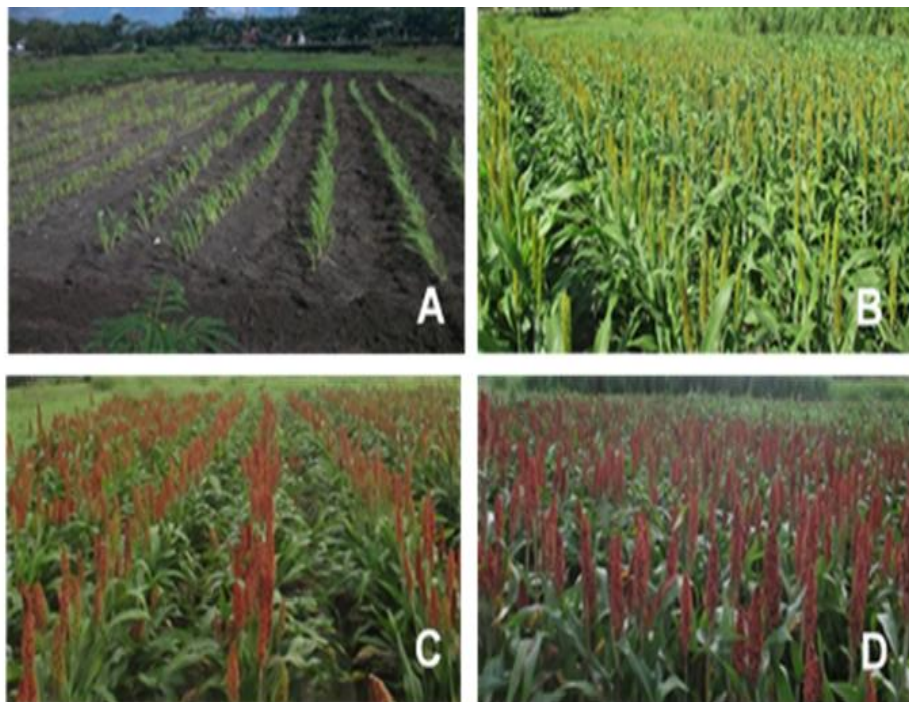


Figura 1. Plantas de *Sorghum bicolor* (L.) cultivar 'CIAP 132R-05' obtenidas a partir de embriones somáticos durante 55 días en condiciones de campo. (A) Población con 8 días de trasplantadas. (B) Población en la etapa lechosa del grano a los 30 días después del trasplante. (C) Población en la etapa de desarrollo de la masa fresca de los granos a los 42 días después del trasplante. (D) Población en la etapa de madurez fisiológica a los 55 días después del trasplante.

Tabla 2. Caracterización morfológica en condiciones de campo de caracteres cualitativos de plantas de *Sorghum bicolor* cultivar 'CIAP 132R-05' obtenidas a partir de embriones somáticos.

Órgano de la planta	Caracteres cualitativos	Clasificación
Hojas	Porte del limbo	Horizontal
	Color de la nervadura principal del limbo	Amarilla
	Color del limbo	Verde oscuro
Tallo	Pigmentación de los nudos	Ausente
	Jugosidad	Jugoso
	Densidad de la panícula	Compacta
	Tipo de panícula	Unilateral
	Forma de la panícula	Elipsoidal
	Dehiscencia de la panícula	Completamente dehiscente
	Panícula	Color de la gluma
Vellosidad de la gluma		Presente
Forma de la gluma		Media
Forma del ápice de la espiguilla		Afilada
Color de las estigmas		Amarillo
Arista de la gluma		Ausente
Coloración de las anteras		Presente
Color del grano		Rojo
Forma del grano		Redondeada
Color de la planta en la cosecha		Verde oscuro
Precocidad	Semiprecoz	

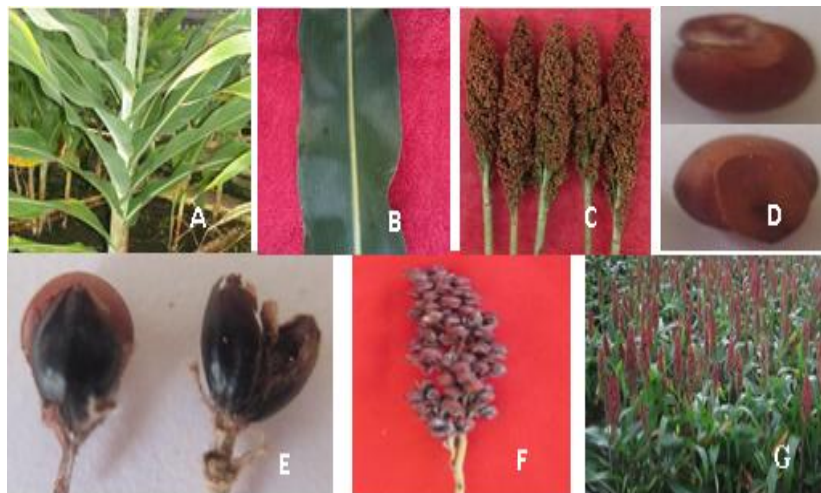


Figura 2. Caracteres morfológicos cualitativos de las plantas de *Sorghum bicolor* cultivar 'CIAP 132R-05', obtenidas a partir de embriones somáticos en condiciones de campo de las progenies Ro y R₁. (A) Porte del limbo, (B) Color de la nervadura y del limbo (C) Características de la panícula, (D) Color y forma del grano, (E) Color y forma de la gluma, (F) Forma del ápice de la espiguilla del grano, (G) Color de la planta.

Los criterios anteriormente expuestos permitieron concluir que en las plantas de las poblaciones estudiadas existía correspondencia entre los caracteres morfológicos cualitativos, así como con la descripción del Registro Nacional de Variedades Comerciales (MINAG, 2005). En condiciones *ex vitro* la respuesta de las plantas de sorgo regeneradas *in vitro* no presentaron variación en los caracteres morfológicos cualitativos evaluados con respecto al cultivar donante, estos resultados coinciden con los obtenidos por Amali *et al.* (2014). Los efectos del rejuvenecimiento *in vitro* referidos por Martínez *et al.* (2016) no se observaron a nivel de caracteres cualitativos, por ello es necesario un análisis integral de los caracteres cualitativos y cuantitativos en poblaciones de plantas obtenidas por cultivo de tejidos.

Al evaluar la incidencia de plagas de importancia económica en este cultivar, en las poblaciones de plantas estudiadas no se observaron daños de relevancia en el cultivo.

CONCLUSIONES

Los caracteres morfológicos cualitativos de la población de plantas obtenidas a partir de embriones somáticos coinciden con los de la población de plantas de semilla botánica y manifestaron estabilidad fenotípica en los caracteres evaluados en condiciones de campo durante dos generaciones.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de interés.

REFERENCIAS

Amali P, Kingsley SJ, Ignacimuthu S (2014) Enhanced plant regeneration involving somatic embryogenesis from shoot tip explants of *Sorghum bicolor* (L. Moench). *Asian Journal of Plant Science and Research* 4(3): 26-34

Bairu MW, Aremu AO, Van Staden J (2011) Somaclonal variation in plants: causes and detection methods. *Plant Growth Regul* 63(2): 147-173; doi: 10.1007/s10725-010-9554-x

Canet R, Rivero L, Armenteros M (2011) Manual para la producción del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Instituto de Investigaciones de Granos, Cuba; ISBN: 959-246-094-9

Castañeda O, Gómez FC, Trejo LI, Morales V, González MT, Martínez YM, Gómez R, Pastelim MC (2014) Aplicaciones del cultivo de tejidos vegetales en caña de azúcar. *AGROproductividad* 7(2): 18-23

Douglas JH, Sullivan TW, Bond PL, Roberson LG (1991) Chemical Composition and Nutritional Value of Shattercane Sorghum for Broilers. *Poultry Science* 70(2): 408-411; doi: 10.3382/ps.0700408

Frederiksen RA (1986) Compendio de enfermedades de sorgo. The American Phytopathological Society, Minnesota

Freire M (2003) Aspectos básicos de la embriogénesis somática. *Biotecnología Vegetal* 4(3): 195 – 200

Freire M, Gómez-Kosky R, Herrera I, Reyes M, de Feria M, Barbón R, Jiménez E (2016) Variabilidad fenotípica en campo de plantas de *Saccharum* spp. híbrido cv. 'C87-51' regeneradas vía embriogénesis somática. *Biotecnología Vegetal* 16(4): 215-222

González TF, Rojo HC (2008) Gramíneas y seudocereales. Portuario de agricultura: cultivos agrícolas. Mundi Prensa, Madrid

Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Rivero N (2015) Clasificación de los Suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba; ISBN: 978-959-7023-77-7

IIG (2016) Instituto de Investigaciones de Granos, Informe anual sobre las producción de granos. Ministerio de la Agricultura, La Habana

Hungtu M, Minghong G, Liang GH (1986) Plant regeneration from cultured immature embryos of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Theoretical and Applied Genetic* 73(3): 389-394

Martínez S, Gómez-Kosky R, Rodríguez Valdés G, Veitia Rodríguez N, Saucedo Castillo O, Gil Díaz V (2016) Caracterización morfológica de plantas de sorgo granífero variedad CIAP 132R-05 regeneradas vía embriogénesis somática en condiciones de campo. *Centro Agrícola* 43(3): 73-79

MINAG (2005) Registro de Variedades Comerciales. Dirección de Semillas Ministerio de la Agricultura, Cuba

Metwali EMR, Gawayed SMH, Al-Maghrabi O, Mosleh YY (2013) Evaluation of toxic effect of copper and cadmium on growth, physiological traits and protein profiles of wheat (*Triticum aestivum* L.), maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L.). World Appl Sci J 21(3): 301-314; doi: 10.5829/idosi.wasj.2013.21.3.2835

Rooney WL, Blumenthal J, Bean B, Mollet JE (2007) Designing sorghum as a dedicated

bioenergy feedstock. Biofuels, Bioprod and Bioref 1: 147-157

Wendling I, Trueman SJ, Xavier A (2014) Maturation and related aspects in clonal forestry part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance. New Forests 45: 473

Recibido: 09-01-2018

Aceptado: 29-03-2018