

EVALUACIÓN MORFO-AGRONÓMICA Y FISIOLÓGICA DE SEIS GENOTIPOS MEJORADOS DE BONIATO (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

Dania Rodríguez del Sol*, Alfredo Morales Tejón, Alfredo Morales Rodríguez, José Armando Herrera y Amalia Díaz Gálvez.

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apartado 6, Santo Domingo, CP: 53 000, Villa Clara, Cuba.

*Autora para la correspondencia: geneticafer@inivit.cu

RESUMEN

Uno de los principales aspectos a tener en cuenta en el boniato es disponer de genotipos con características adecuadas de rendimiento, adaptabilidad, valor nutricional, así como otras características que satisfagan las expectativas de los productores tales como precocidad, vigor vegetativo y tolerancia a plagas y enfermedades. Debido a ello, la evaluación y comparación entre genotipos mejorados es una forma eficaz de obtener resultados cuantitativos del avance o retroceso a través del tiempo en la mejora de los caracteres deseados de los nuevos materiales. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las características morfo-agronómicas y fisiológicas de seis genotipos mejorados de boniato, de ellos, cinco procedentes del Programa de Mejoramiento del INIVIT y uno (Beauregard) procedente de los Estados Unidos, siendo este último el cultivar más importante en ese país. Los experimentos se desarrollaron en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. Se empleó un diseño completamente aleatorio con arreglo de bloques al azar y cuatro repeticiones por genotipo. Existieron diferencias entre los genotipos en cuanto a los caracteres morfo-fisiológicos y agronómicos evaluados. En el período entre 60-100 ddp ocurrió el 81 % del incremento en porcentaje de materia seca en raíces tuberosas. A los 100 ddp se pueden determinar precozmente genotipos de alto o bajo contenido de materia seca en raíces tuberosas. Los caracteres morfológicos y/o fisiológicos por sí solos no determinan el alto o bajo rendimiento de un genotipo.

Palabras clave: fisiológicos, genotipos, *Ipomoea batatas*, morfológicos.

MORPHO-AGRONOMIC AND PHYSIOLOGICAL EVALUATION OF SIX IMPROVED SWEET POTATO (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) GENOTYPES

ABSTRACT

One of the main aspects to consider in the sweet potato is to have genotypes with adequate characteristics of yield, adaptability, nutritional value, as well as other characteristics that satisfy the expectations of the producers such as precocity, vegetative vigor and tolerance to pests and diseases. Because of this, the evaluation and comparison between improved genotypes is an effective way to obtain quantitative results of advancement or regression over time in improving the desired characters of the new materials. The objective of the present work was to evaluate the morpho-agronomic and physiological characteristics of six improved genotypes of sweet potato, five of them from the Genetic Program of INIVIT and one (Beauregard) from the United States, the latter being the most important cultivar in that country. The experiments were carried out at the Research Institute of Tropical Roots and Tubers Crops (INIVIT) (Santo

Domingo, Villa Clara, Cuba). A completely randomized block design and four replications were used per genotype. There were differences between the genotypes in terms of the morpho-agronomic and physiological characteristics evaluated. In the period between 60-100 dap occurred 81 % of the increase in dry matter percentage in tuberous roots. At 100 dap, high or low dry matter genotypes can be determined precociously in tuberous roots. Morphological and/or physiological characters alone do not determine the high or low yield of a genotype.

Key words: physiological, genotypes, *Ipomoea batatas*, morphological.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las raíces y tubérculos tropicales el boniato es considerado el segundo cultivo más importante en área de producción después de la yuca. A nivel mundial se plantan anualmente unos ocho millones de hectáreas, con un rendimiento aproximado de 15 t.ha⁻¹. (FAOSTAT, 2014).

Es un cultivo típico de seguridad alimentaria ya que puede ser cosechado en un ciclo corto, proporciona carbohidratos (importante fuente de energía), minerales y β -carotenos (precursor de la vitamina A). Además, su capacidad de adaptación climática y respuesta eficaz ante fenómenos meteorológicos, su versatilidad y reproducción vegetativa, lo sitúan por encima de cualquier otro cultivo de más alta producción (Morales, 2014). Es debido a estas características únicas y valor nutricional que es uno de los cultivos seleccionados para el Programa Avanzado de Apoyo a la Vida de la NASA (National Aeronautics and Space Administration) para posibles misiones lunares o a Marte (Wilson *et al.*, 1998).

Debido al alto nivel de ploidía de este cultivo ($2n=6x=90$), presenta una amplia diversidad fenotípica y genotípica (Nishiyama, 1982). En Cuba existe una amplia base genética de boniato conservada y custodiada en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Esta diversidad genética ha permitido un exitoso desarrollo de un Programa de Mejoramiento Genético (PMG) de boniato en Cuba (Morales *et al.*, 2016). Uno de los principales aspectos a tener en cuenta en este cultivo es la de disponer de genotipos con características adecuadas de rendimiento, adaptabilidad, valor nutricional, así otras características que satisfagan las expectativas de los productores tales como precocidad, vigor vegetativo, tolerancia a plagas y enfermedades, etc.

Por lo antes expuesto, la evaluación y comparación entre genotipos mejorados es una forma eficaz de obtener resultados cuantitativos del avance o retroceso a través del tiempo en la mejora de los caracteres deseados de los nuevos genotipos. Por tanto, las características morfo-agronómicas y fisiológicas de seis genotipos mejorados y las correlaciones entre ellas fueron investigadas en el presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) (Santo Domingo, Villa Clara, Cuba), durante los meses de julio a diciembre 2016, en un suelo Pardo mullido carbonatado (Hernández *et al.*, 2015). Se empleó un diseño completamente aleatorio con arreglo de bloques al azar y cuatro repeticiones por genotipo. Se evaluaron seis genotipos mejorados de boniato (Tabla 1), de ellos, cinco procedentes del Programa de Mejoramiento del INIVIT y uno (Beauregard) procedente de los Estados Unidos, siendo este último el cultivar más importante en ese país.

Tabla 1. Genotipos mejorados evaluados.

No.	Genotipos	Procedencia	Año de obtención
1	CEMSA 78-354	INIVIT-Cuba	1978
2	CEMSA 78-326	INIVIT-Cuba	1978
3	INIVIT BS-16	INIVIT-Cuba	2006
4	INIVIT B 23 2013	INIVIT-Cuba	2013
5	INIVIT B2-2005	INIVIT-Cuba	2005
6	Beauregard	Louisiana Agricultural Experiment Station, Louisiana State University- USA	1987

La unidad experimental estuvo formada por cinco surcos de cinco metros de largo, empleándose una distancia de plantación de 0,90 x 0,30 m, cada parcela contó con 80 plantas, de ellas 42 evaluables. El tipo de riego utilizado fue por aniego, frecuencia semanal, con una norma parcial neta de 250 m³.ha⁻¹.

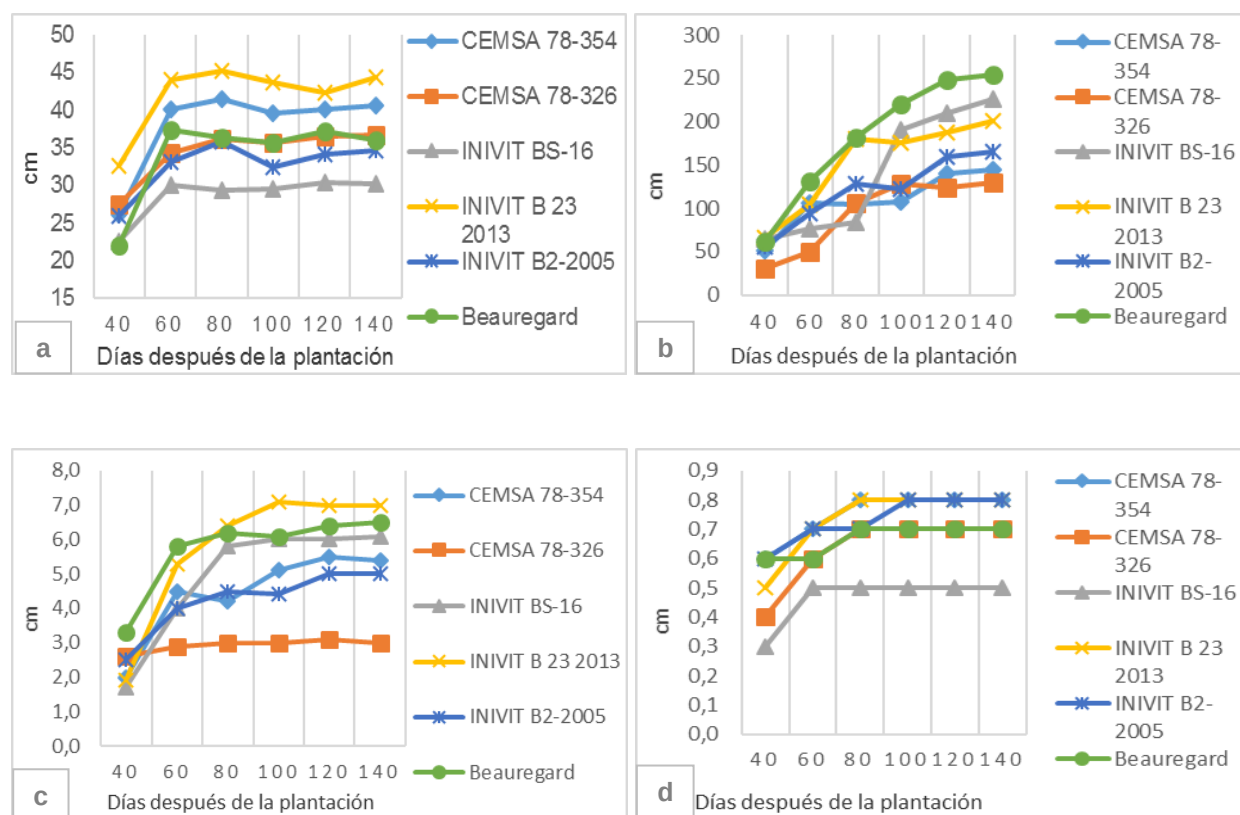
Se realizaron seis evaluaciones durante el ciclo del cultivo, a los 40, 60, 80, 100, 120 y 140 días después de la plantación (ddp). Las variables evaluadas fueron los siguientes:

- Largo de la hoja (+10) (cm)
- Largo del tallo (cm)
- Largo de entrenudos (cm) (sección media)
- Diámetro del tallo (cm) (sección media)
- Número de hojas por planta
- Área promedio por hoja a los 80 ddp (cm²)
- Área foliar (dm² por planta)
- Área foliar específica (AFE) a los 80 ddp (área foliar por unidad de peso seco foliar)
- AFE = área foliar/masa seca foliar, expresada en cm².g⁻¹
- % Masa seca (MS) en tallos, peciolo y hojas de la sección media del tallo, a los 80 ddp (método gravimétrico)
- % Masa seca (MS) en raíces tuberosas (método gravimétrico)
- De cada genotipo se tomaron cinco muestras de aproximadamente 100 g de peso fresco, de cada parte evaluada. Cada muestra se fraccionó en partes pequeñas y se secó en un horno a 65 °C bajo presión atmosférica durante cinco días, al final de los cuales se alcanzó un peso constante.
- % Materia seca = $\frac{\text{Peso seco} \times 100}{\text{Peso húmedo}}$ (Huaman, 1999)
- Rendimiento (t.ha⁻¹) de raíces tuberosas
- Índice de cosecha (IC) de los cultivares evaluados a los 140 ddp (peso de raíces tuberosas por peso total de la planta)

En el procesamiento de los datos se empleó el paquete estadístico *SPSS ver.15.0*, para el sistema operativo *Windows*. Se realizó un análisis de significación bilateral a través del coeficiente de correlación de Pearson para determinar el nivel de significación entre las variables evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 60 días después de la plantación el largo de las hojas (ubicadas en la sección media del tallo) se hace estable, o sea, solo ocurren pequeñas variaciones (± 3 cm) de longitud dentro de un mismo genotipo. Puede haber genotipos de hojas largas (45 cm), intermedias (36 cm) y cortas (30 cm) (Figura 1a). El largo del tallo es una variable que siempre mantuvo crecimiento, pudiendo crecer como media (desde los 40 hasta 140 ddp) 131,7 cm. Aunque la velocidad de crecimiento entre los 40 y 100 ddp es 1,7 cm por día, o sea, 2,43 veces más rápido que entre los 100-140 ddp, además entre los 40-100 ddp crecieron el 78 % del total medido. Hubo un genotipo (Beauregard) que alcanzó valores superiores a los 250 cm a los 140 ddp en el largo del tallo y otros de tallos cortos (130 cm) como el CEMSA 78-326 (Figura 1b). Tanto el largo de entrenudos como el diámetro del tallo son caracteres que se hacen estables a partir de los 80 ddp (Figura 1cd). El máximo número de hojas por planta se alcanza entre los 80-100 ddp, a partir de ese momento comienza la senescencia. Este carácter es muy variable entre los genotipos, pudiendo encontrar valores en algunos por encima de las 300 hojas por planta (CEMSA 78-326) y en otros en el mismo momento menos de 180 hojas por planta (Figura 1e).



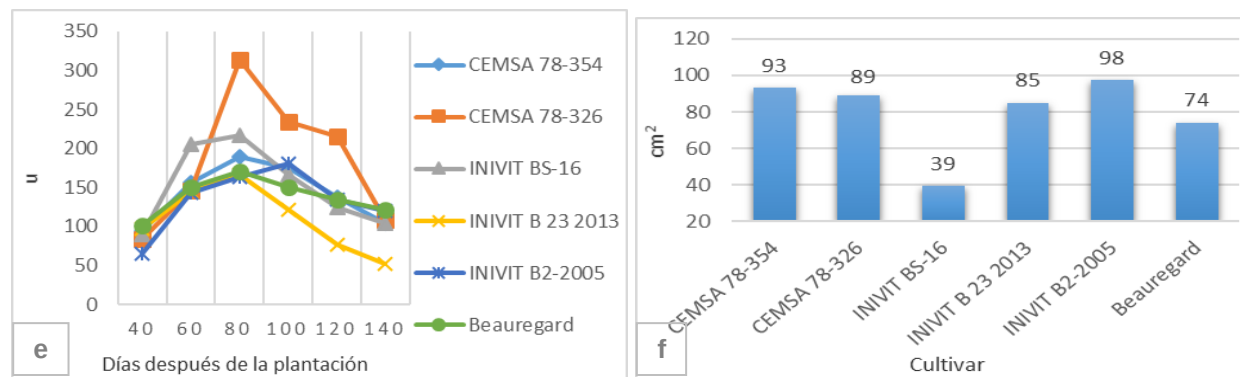


Figura 1. a: Largo de la hoja + 10; b: Largo del tallo; c: Largo de entrenudos; d: Diámetro del tallo; e: Número de hojas; f: Área promedio por hoja a los 80 ddp.

Gabriel (1986) señala que los cultivares de boniato con longitud de entrenudo corto poseen también crecimiento lento, y son plantas erectas o semi-erectas, mientras que los materiales de entrenudo largo poseen crecimiento rápido y son plantas dispersas. Por lo que infiere que existe una estrecha relación entre estas tres características. Kaledzi *et al.* (2010) caracterizaron en Ghana 40 accesiones de boniato, refiriendo que el 93 % de ellas tuvieron una distancia de entrenudos muy cortos (< 3 cm) a cortos (3-5 cm). Okereke *et al.* (2015) indican variaciones en la longitud de los tallos de plantas de boniato entre 30-140 cm y una longitud de la hoja entre 17,7-32,2 cm. Los genotipos de hojas grandes restringen por cubrimiento la proliferación de malezas, más que los genotipos de hojas pequeñas e intermedias (Morales, 2014).

La máxima área foliar se alcanza entre los 80 y 100 ddp en dependencia del ciclo vegetativo del cultivar. Los valores a los 80 ddp oscilaron entre 291,2 y 85,5 dm² por planta. El área foliar específica es la razón entre el área foliar y peso seco de la hoja, es un índice del espesor y densidad de la misma. El cultivar CEMSA 78-326 mostró el valor más alto (312 cm².g⁻¹), lo que significa que posee las hojas menos lignificadas (Figura 2ab).

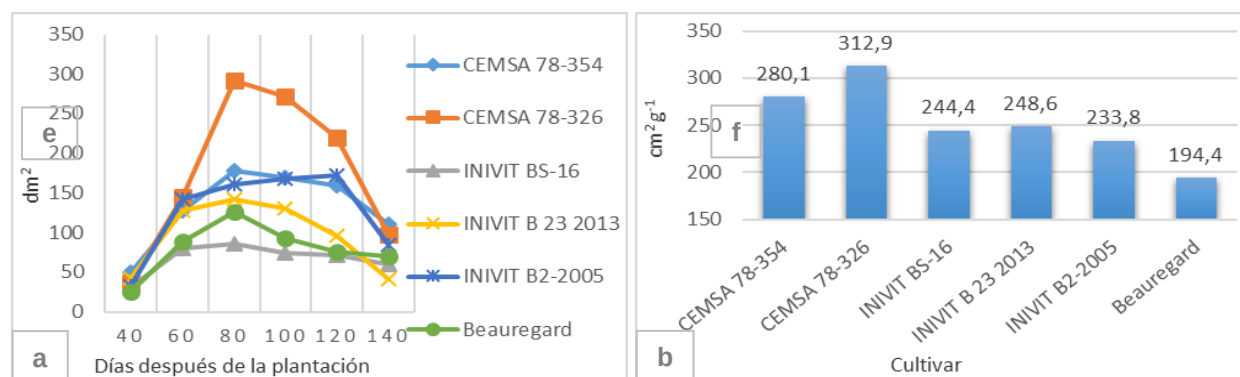


Figura 2. a: Área foliar por planta; b: Área foliar específica de los genotipos evaluados.

Una elevada AFE, significa altas concentraciones de Nitrógeno (N) y fragilidad en las hojas, al tiempo que se incrementa el riesgo de pérdidas prematuras de tejido (Lusk, 2002), mientras que las hojas más densas y con menor AFE tienen correlaciones altas

con una mayor lignificación, menor tamaño celular, bajo contenido de humedad y baja concentración de N (Castro *et al.*, 2000).

El porcentaje de materia seca en la parte aérea de la planta (tallos, peciolo, hojas) fue superior en las hojas (media de 15,6 %), seguido por el tallo (media de 13,6 %) y valores más bajos en peciolo (media de 6,5 %). Esto indica una distribución en la acumulación de materia seca en la parte aérea de 43,7 % en hojas, 38,1 % en el tallo y 18,2 % en peciolo. Formulado teóricamente quedaría 2-1-2 (hoja-pecíolo-tallo), o sea, que en las hojas y tallo existe aproximadamente el doble de la materia seca que en el pecíolo (Figura 3).

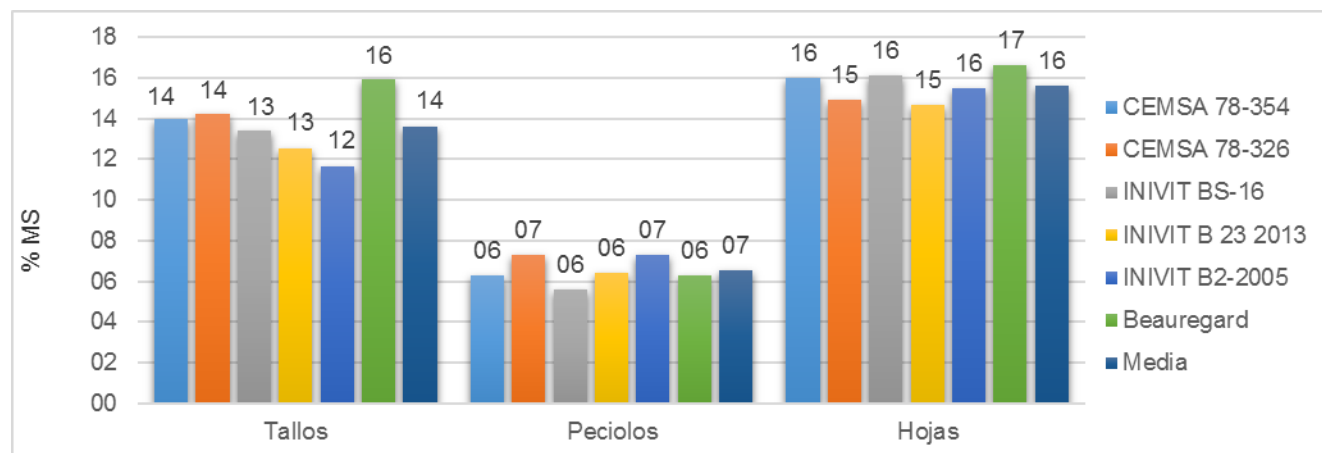


Figura 3. Porcentaje de masa seca (MS) en tallos, peciolo y hojas de los genotipos evaluados.

La fotosíntesis es el factor más importante en la producción de materia seca. A partir de los 100 ddp todos los genotipos alcanzaron valores superiores a 20 % de materia seca. Se definen dos períodos por separado, entre 60 y 100 ddp y entre 100 y 140 ddp. Aunque ambos periodos son importantes, en el primer período (60-100 ddp) ocurre el 81 % del total del incremento en porcentaje de materia seca en raíces tuberosas. Además, en este primer período los genotipos aumentaron como promedio 6,6 % más de materia seca, lo que significa que es 4,4 veces más rápida la acumulación en comparación con el segundo período (100-140 ddp). En el segundo período el incremento solo fue de 1,5 %, esto indica que existe una baja variación del porcentaje de materia seca a partir de los 100 ddp (Figura 4).

Según Martí (1998) la raíz tuberosa de boniato tiene como promedio entre 20 y 30 % de materia seca, y en los casos más bajos puede llegar al 13-15 %, y en los más altos al 40 %. Tique *et al.* (2009) evaluaron diez clones de batata en el departamento de Tolima (Colombia), encontraron cuatro cultivares con valores de materia seca a los 90 ddp mayores al 25 % sin embargo, el resto de materiales no alcanzó el 20 % de materia seca debido posiblemente a las condiciones ambientales o al tiempo de cosecha. La materia seca de la raíz tuberosa de boniato está compuesta en un 80 a 90 % de carbohidratos, casi en su totalidad almidón (60 a 70 %) siendo el resto de la materia seca constituyentes de la pared celular como pectinas, hemicelulosa y celulosa (Woolfe, 1992).

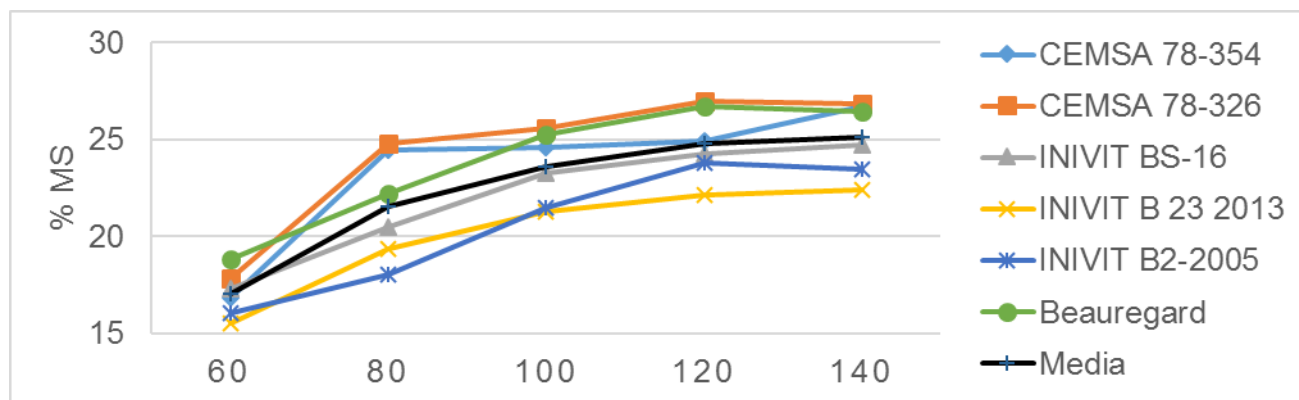


Figura 4. Porcentaje de masa seca (MS) en raíces tuberosas de los genotipos en diferentes momentos de cosecha.

Se registraron correlaciones positivas y altamente significativas entre los 100 y 120 ddp ($r = 0,936^{**}$) y entre 100 y 140 ddp ($r = 0,974^{**}$) en cuanto al contenido de materia seca en raíces tuberosas. Esto significa, que el valor de este parámetro a los 100 ddp puede ser usado para determinar precozmente genotipos de alto o bajo contenido de materia seca (Tabla 2).

Tabla 2. Correlación entre materia seca y días después de la plantación.

	60 días	80 días	100 días	120 días	140 días
60 días		,590	,881*	,914*	,815*
80 días	,590		,899*	,736	,905*
100 días	,881*	,899*		,936**	,974**
120 días	,914*	,736	,936**		,909*
140 días	,815*	,905*	,974**	,909*	

** La correlación es significativa para $p > 0,01$ (bilateral), * La correlación es significativa para $p > 0,05$ (bilateral).

En el boniato el rendimiento de las raíces tuberosas está controlado por efectos no aditivos de acumulación de genes, principalmente efectos de heterosis. Lo que significa que el potencial de rendimiento de cada genotipo es único y está determinado por el nivel de heterocigosidad. Todos los genotipos mejorados (exceptuando el Beauregard) a los 140 ddp poseen rendimientos potenciales superiores a las 55 t.ha⁻¹, destacando el CEMSA 78-326 y el INIVIT B 23 2013 con rendimientos superiores a 60 t.ha⁻¹. La causa probable del bajo rendimiento del Beauregard son las condiciones climáticas de Cuba (principalmente altas temperaturas), las cuales estimularon su crecimiento vegetativo, respiración y poca tuberización. De ahí la importancia de los estudios de interacción genotipo-ambiente (Figura 6).

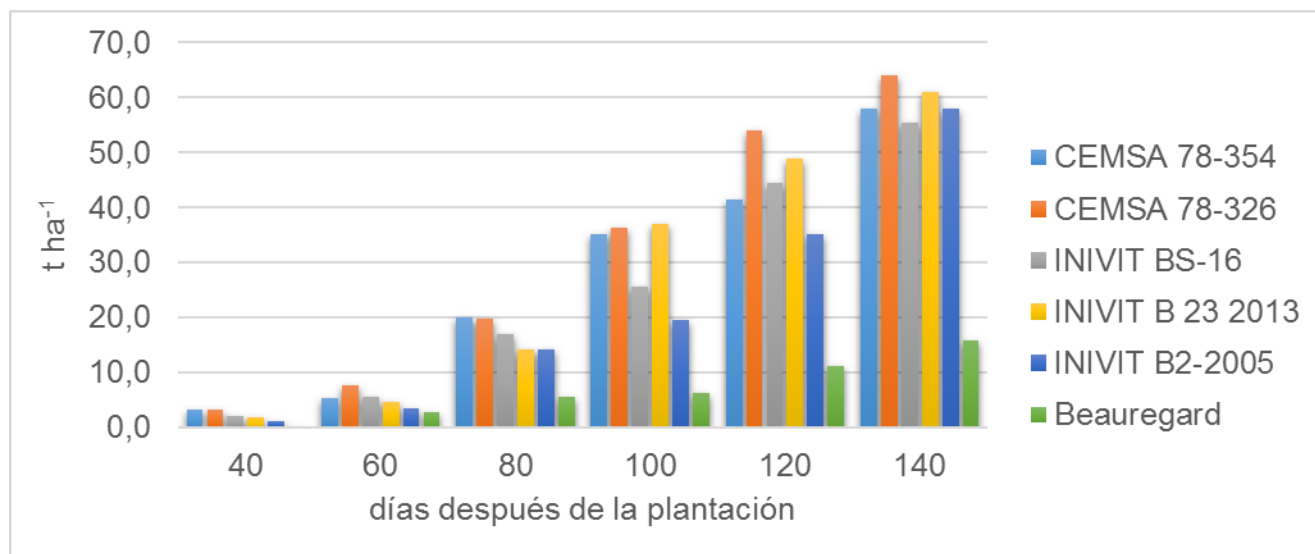


Figura 6. Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$) de raíces tuberosas por genotipo en diferentes momentos de cosecha.

Carmona *et al.* (2015) caracterizaron 23 genotipos de boniato en Brasil, observando una gran amplitud de variación en la productividad comercial, de 0 a $47,12 t \cdot ha^{-1}$ a los cinco meses después de la plantación. La mayoría de los caracteres importantes, incluyendo el rendimiento, están muy influenciados por el medio ambiente, ya que son controlados poligénicamente (Kumar *et al.*, 2017). El mejoramiento de variedades de boniato de alto rendimiento pone principalmente énfasis en la selección del rendimiento de raíces tuberosas. Este rendimiento puede verse afectado por tres factores: la fotosíntesis, la respiración y la distribución de fotoasimilados a la raíz (Sakamoto, 1982). El índice de cosecha es la relación que existe entre el peso fresco total de las raíces tuberosas por planta y el peso total de la planta de la planta. Esto debe aparecer en materiales y métodos. A los 140 ddp todos los genotipos tuvieron valores por encima de 0,5, lo que indica que más del 50 % del peso de la planta son raíces tuberosas. Destaca el INIVIT B 23-2013 y el CEMSA 78-326 por tener los valores más altos (Figura 7).

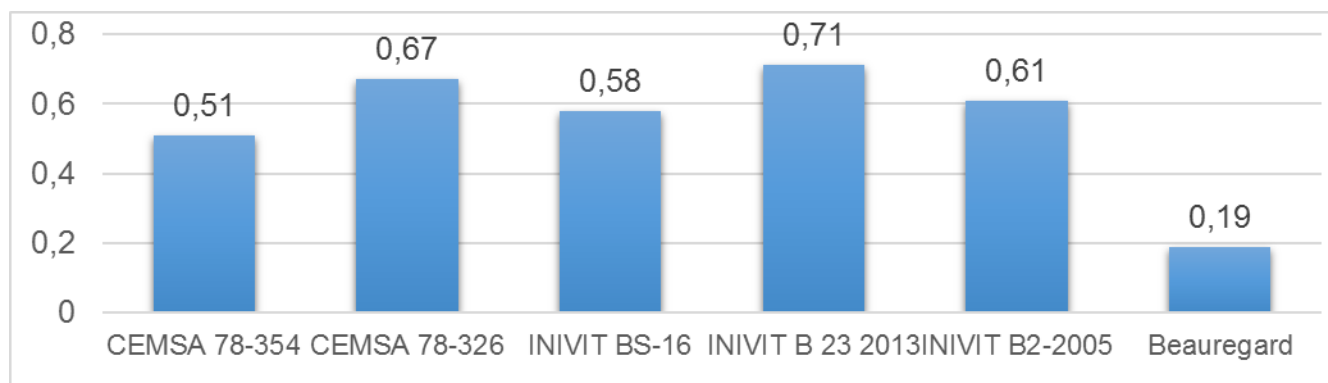


Figura 7. Índice de cosecha (IC) de los cultivares evaluados a los 140 ddp.

Según Cañas *et al.* (2016) el mayor índice de cosecha en boniato se debe a una mayor distribución de los fotoasimilados del follaje hacia las raíces.

Existieron correlaciones positivas y altamente significativas entre varios caracteres, principalmente: diámetro del tallo y largo de la hoja ($r = 0,813^{**}$); diámetro del tallo y área promedio por hoja ($0,940^{**}$); largo del tallo y largo de entrenudos ($r = 0,720^{**}$); y porcentaje de materia seca en el tallo y porcentaje de materia seca en raíces tuberosas ($r = 0,823^{**}$). Esto significa que a medida que aumente uno, aumenta también el valor del otro. Los caracteres morfológicos no tuvieron correlación positiva significativa con el rendimiento, lo que indica que ninguno de estos parámetros morfológicos y/o fisiológicos por sí solo determina el alto rendimiento, sino, la combinación correcta en la medida precisa de estos caracteres en un solo genotipo, es lo que determina la eficiencia y productividad del material (Tabla 3).

Tabla 3. Correlación entre caracteres morfológicos y/o fisiológicos.

	LH	LT	LE	DT	NH	AF	APH	MST	MSP	MSH	MSRT	R
LH		-,214	,309	,813**	-,381	,265	,649**	-,128	,169	-,470*	-,275	,250
LT	-,214		,720**	-,408	-,493*	-	-	,372	-	,583*	-,075	-
LE	,309	,720**		-,103	-	,829**	,600**	,036	-,616**	,205	-,533*	-,251
DT	,813**	-,408	-,103		,727**	,762**	,940**	-,264	,750**	-,377	-,134	,050
NH	-,381	-,493*	-	-,073		,343	,183	,019	,402	-,004	,419	,112
AF	,265	-	-	,470*	,343		,688**	-,153	,754**	-,576*	,299	,516*
APH	,649**	-,829**	,762**	-,940**	,183	,688**		-,219	,784**	-,427	,085	,136
MST	-,128	,600**	,036	-,264	,019	-,153	-,219		-,270	,571*	,823**	-,428
MSP	,169	-	-	,583*	,402	,754**	,784**	-,270		-,506*	,214	,259
MSH	-,470*	,616**	,750**	-,377	-,004	-,576*	-,427	,571*	-,506*		,385	-
MSRT	-,275	-,583*	,205	-,134	,419	,299	,085	,823**	,214	,385		-,866**
R	,250	-,670**	-,251	,050	,112	,516*	,136	-,428	,259	-	-,264	
										,866**		

** La correlación es significativa para $p > 0,01$ (bilateral), * La correlación es significativa para $p > 0,05$ (bilateral).

Leyenda: LH: largo de la hoja; LT: largo tallo; LE largo entrenudo; DT: diámetro tallo; NH: número de hojas; AF: área foliar; APH: área promedio por hoja; MST: materia seca en tallo; MSP: materia seca en peciolo, MSH: materia seca hojas; MSRT: materia seca en raíces tuberosas; R: rendimiento.

Uno de los métodos utilizados por los mejoradores de boniato para determinar la precocidad de un cultivar es determinar el peso de raíz tuberosa a los 50-60 días de la siembra. Se ha reportado una correlación de $r = 0,82$ entre el peso de raíz tuberosa a los 50 días y su peso a los 90 días después de la siembra y una correlación negativa de $r = 0,246$ entre el peso de raíz tuberosa a los 50 días y a los 140 días después de la siembra (Ramanujam e Indira, 1979). Según Vimala *et al.* (2011) la mayoría de los caracteres morfológicos no tienen correlación estable con el rendimiento de raíz tuberosa o los componentes del rendimiento. En este estudio se corrobora lo señalado por Vimala *et al.* (2011).

CONCLUSIONES

1. Existieron diferencias entre los genotipos en cuanto a los caracteres morfo-fisiológicos y agronómicos evaluados.
2. En el período entre 60 y 100 ddp, ocurrió el 81 % del incremento en porcentaje de materia seca en raíces tuberosas.
3. A los 100 ddp se pueden determinar precozmente genotipos de alto o bajo contenido de materia seca en raíces tuberosas.
4. Los caracteres morfológicos y/o fisiológicos por sí solos no determinan el alto o bajo rendimiento de un genotipo.

BIBLIOGRAFÍA

- CAÑAS, B.K., GONZÁLEZ, M.V. y MARTÍNEZ, R.R. 2016. Evaluación de tres tipos de esquejes de la guía principal (apical, intermedia y basal) de tres variedades de camote (*Ipomoea batatas* L.) con la finalidad de determinar la mejor producción. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. Requisito para optar el Título de: Ingeniera Agrónomo. 70 pp.
- CARMONA, A.O., PEIXOTO, J.R., AMARO, G.B. and MENDONÇA, M.A. 2015. Divergência genética entre acessos de batata-doce utilizando descritores morfoagronômicos das raízes. *Horticultura Brasileira* 33: 241-250.
- CASTRO, P., PUYYRAUD, P. and CORNELISSEN, C. 2000. Leaf structure and anatomy as related to leaf mass per area variation in seedlings of a wide range of woody plant species and types. *Oecol.*, 124: 476-486.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/statistics/en/> (Última consulta: 17/04/2017).
- GABRIEL, C.J. 1986. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 30 cultivares nativos de camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) del Norte y Nor-Oriente de Guatemala, en el Valle de La Fragua, Zacapa. Tesis presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 82 pp.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J., BOSCH, D. y CASTRO, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Cuba, 93 p.
- HUAMAN, Z. 1999. Sweet potato germplasm management (*Ipomoea batatas*). Training manual. International Potato Center (CIP). 218 pp.
- KALIEDZI, P.D., ANSONG, E., DAPAAH, H.K. and TIMPO, G. 2010. Agro-morphological characterization of sweet potato (*Ipomoea batatas*) Germplasm. *Ghana Journal of Horticulture*, 8: 1-11.
- KUMAR TELI, S.; R.A. KAUSHIK; K.D. AMETA; V. KUMAR KAPURIYA; D. MALI and L. KUMAR TELI. 2017. Genetic variability, heritability and genetic advance in Carrot (*Daucus carota* var. *sativa* L.). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 6(5): 2336-2342.
- LUSK, H. 2002. Leaf area accumulation helps juvenile evergreen trees tolerate shade in a temperate rain forest. *Oecol*, 132, 188-196.
- MARTÍ, H. 1998. Calidad culinaria y nutritiva de la batata. Disponible en: <http://www.e-ampo.com/media/news/nl/althorticultura55.htm> (Última consulta: 21/04/2017).
- MORALES, A.T. 2014. Mejoramiento genético del boniato (*Ipomoea batatas* L. Lam.) en Cuba. Curso Internacional en La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Disponible en:

http://cadenahortofruticola.org/admin/bibli/916Mejoramiento_genetico_COL.pdf
(Última consulta: 01/05/2017).

- MORALES, T.A., MORALES, R.A. y RODRÍGUEZ, S.D. 2016. Efectos de la consanguinidad en caracteres de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) EN S1. *Rev. Agricultura Tropical*, 2(1): 18-28.
- NISHIYAMA, I. 1982. Autohexaploid evolution of the sweet potato. In Sweet Potato, Proceedings of the First International Symposium. Ed. Villareal, R. y Griggs, T. 481.
- OKEREKE, C.N., IROKA F.C., CHUKWUMA, M.O. 2015. Assessing the morphological and taxonomic characteristics of some members of Convolvulaceae family. *International Journal of Herbal Medicine*, 2(5), 38-42.
- RAMANUJAM, T. and INDIRA, P. 1979. Maturity studies in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). *J. Root Crops*. 5(1-2): 43-45.
- SAKAMOTO, S. 1982. Breeding of sweet potato varieties for high starch content and high yield. International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops. Disponible en:
http://www.istrc.org/images/Documents/Symposiums/Fifth/5th_symposium_proceedings_0008_33.pdf (Última consulta: 18/04/2017).
- TIQUE, J., CHAVES, B., ZURITA, J. 2009. Evaluación agronómica de diez clones promisorios CIP y dos materiales nativos de *Ipomoea batatas* L. *Agronomía Colombiana* 27(2), 151-158.
- VIMALA, A., SREEKANTH, A., HARLPRAKASH, B. and WOLFGANG, G. 2011. Morphological variability and tuber productivity in exotic orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Biological Diversity and Conservation* 4(3): 1-7.
- WILSON, C.D., PACE, R.D., BROMFIELD, E. and JONES, G. 1998. Consumer acceptance of vegetarian sweet potato products intended for space missions. *Life Support Biosph Sci*. 5(3): 339-46.
- WOOLFE, J.A. 1992. Sweet potato, an untapped food resource. Cambridge: Cambridge University Press. 643 pp.