

## EFFECTO DEL MOMENTO DE PLANTACIÓN DE PLANTAS PRODUCIDAS *IN VITRO* DE ÑAME ‘BLANCO DE GUINEA’, SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MINITUBÉRCULOS

Daniel Rodríguez Pérez\*, Víctor Medero Vega, Yoel Beovides García y Aymé Rayas Cabrera

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

\*Autor para la correspondencia: [aclimat.biotec@inivit.cu](mailto:aclimat.biotec@inivit.cu)

### RESUMEN

La producción de minitubérculos como material de plantación directo a campo, ofrece ventajas en comparación con las plantas producidas *in vitro*. Los minitubérculos pueden ser producidos en cualquier época del año, pueden ser almacenados en pequeños espacios, durante un período determinado de tiempo sin perder su potencial de brotación y ser utilizados como material de plantación en programas de producción de “semillas”, para el desarrollo del cultivo en territorios que carecen de infraestructura adecuada y de experiencia en cultivo de tejidos. Con el objetivo de determinar el momento de plantación de plantas producidas *in vitro* en la fase de aclimatización, para la producción de minitubérculos se plantaron, desde el mes de enero hasta el mes de diciembre, 150 plantas producidas *in vitro* cada mes. Previamente, fueron clasificadas en tres categorías de acuerdo con su longitud: menor de 3,0 cm; entre 3,0 y 5,9 cm y entre 6,0 y 10,0 cm. Por los resultados alcanzados, se recomienda realizar plantaciones en la fase de aclimatización desde el mes de enero hasta el mes de agosto, pues en estos meses es posible obtener más de tres minitubérculos por planta y minitubérculos con una masa fresca, superior a 50,0 g, independientemente de la longitud de la planta producida *in vitro*. Este material vegetal constituye una “semilla” idónea para llevar a las condiciones de campo de la agricultura cubana.

**Palabras clave:** cultivo de tejidos, ñame, propagación.

### EFFECT OF THE PLANTING MOMENT OF *IN VITRO* PLANTS ON THE PRODUCTION OF YAM ‘BLANCO DE GUINEA’ MINITUBERS

#### ABSTRACT

The production of minitubers as direct planting material in the field offers advantages compared to plants produced *in vitro*. Minitubers can be produced at any time of the year, they can be stored in small spaces for a certain period of time without losing their budding potential and be used as planting material in programs of "seeds" production for the development of the crop in territories that lack adequate infrastructure and experience in tissue culture. To determine the time of planting plants produced *in vitro* at the acclimatization phase for the production of minitubers, 150 plants produced *in vitro* each month were planted from January to December. Previously, they were classified into three categories according to their length: less than 3.0 cm; between 3.0 and 5.9 cm and between 6.0 and 10.0 cm. For the results achieved, it is recommended to carry out plantings at the acclimatization phase from January to August, since in these months it

is possible to obtain more than three minitubers per plant and minitubers with a fresh mass, greater than 50.0 g independently of the plant length produced *in vitro*. This plant material constitutes a suitable "seed" to plant to the field conditions of Cuban agriculture.

**Keywords:** tissue culture, yam, propagation.

## INTRODUCCIÓN

En Cuba, la producción del ñame ha ayudado a la diversidad y estabilidad alimentaria. Tradicionalmente este ha constituido una fuente importante de ingresos y empleos en las regiones oriental y central del país (Rodríguez, 2006). No obstante, su desarrollo extensivo ha estado limitado, entre otras causas, por la poca disponibilidad de material vegetal de plantación con adecuada calidad fisiológica y sanitaria (Rodríguez, 2004). Esto se debe fundamentalmente, a que los tubérculos, que constituyen la parte comestible, también tienen que ser utilizados como material vegetal de plantación. Esto ocurre sobre todo en cultivares que no producen bulbillos aéreos.

El cultivar de ñame 'Blanco de Guinea' se caracteriza por su adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de las principales áreas agrícolas en el país, tiene alto valor nutritivo y aceptación por la población para su consumo fresco y en forma procesada (MINAG, 2008). Pero pertenece a la especie *Dioscorea rotundata* Poir. por lo que no produce bulbillos aéreos y entre un 35 y 40 % de los tubérculos producidos deben ser conservados como "semilla" para la próxima plantación (MINAG, 2008).

Otra limitante en la producción de ñame es la escasez de "semilla" sana libre de plagas, y su plantación en suelos de baja fertilidad, aspectos que provocan una pérdida de hasta un 90 % de los rendimientos de este cultivo (Balogun *et al.*, 2014).

Las técnicas de propagación convencional del ñame no garantizan producir volúmenes de material vegetal de plantación con calidad fisiológica, sanitaria y genética en cortos períodos de tiempo. Por este motivo, en algunos de los principales países productores, ha sido necesario recurrir al uso de los métodos biotecnológicos, a través de la producción de plantas *in vitro* y de microtubérculos (Balogun, 2005; Tamiru *et al.*, 2008, Cabrera *et al.*, 2012).

La producción de minitubérculos como material de plantación directo a campo ofrece ventajas en comparación con las plantas *in vitro* en la agricultura cubana. Los minitubérculos pueden ser producidos en cualquier época del año, pueden ser almacenados en pequeños espacios durante un período determinado de tiempo sin perder su potencial de brotación y ser utilizados como materiales vegetales de partida, en programas de producción de "semillas" para el desarrollo del cultivo en territorios que carecen de infraestructura adecuada y de experiencia en cultivo de tejidos (Cabrera *et al.*, 2011).

Bajo condiciones naturales es una planta perenne que exhibe tres fases, designadas como: reposo, crecimiento vegetativo y crecimiento reproductivo. La planta completa estas fases en doce meses, pero puede repetir el ciclo anual indefinidamente (Rodríguez, 2000). Su característica de cultivo estacional con una época limitada para la plantación directa en campo que comprende, según el Instructivo Técnico para el cultivo del ñame (MINAG, 2018) entre el 15 de marzo y el 15 de abril, ha limitado junto a otras causas la plantación directa de las plantas *in vitro* en el campo. Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue determinar los meses para la plantación de plantas *in vitro*

en fase de aclimatización para la producción de mayor cantidad de minitubérculos con el peso apropiado para su utilización como material de propagación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT); ubicado en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

### *Material vegetal*

Se utilizó el cultivar de ñame 'Blanco de Guinea' procedente del Banco de Germoplasma del INIVIT. Los tubérculos de cada planta típica del cultivar fueron previamente seleccionados por sus características morfológicas según la lista de descriptores para la especie (IPGRI/IITA, 1997) y adecuada sanidad. El diagnóstico a enfermedades virales se realizó en el Laboratorio de Manejo de Plagas del INIVIT, utilizando la metodología inmunoensayo ligado a enzima a partir del kit (Antigen Coated Plate ELISA for Potyvirus Group) de la casa comercial AGDIA (o similar) y el Lector de placas BIO-TEC ELx-800.

### *Producción de plantas in vitro*

Para el establecimiento solo se tomaron los tallos de plantas previamente certificadas como libres de patógenos virales. Estos se dividieron en segmentos nodales con una yema axilar de aproximadamente tres centímetros de longitud. Posteriormente los segmentos nodales se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) al 2,5 % (v/v) por 10 minutos. Transcurrido ese tiempo se enjuagaron con agua desionizada estéril cinco veces.

En la fase de establecimiento se utilizó el medio de cultivo basal MS que contenía, KIN ( $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ ), ANA ( $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ ) y  $30,0 \text{ g.L}^{-1}$  de sacarosa durante un período de 30 días. En la fase de multiplicación se empleó el medio de cultivo basal MS (Murashige y Skoog, 1962) con  $30,0 \text{ g.L}^{-1}$  de sacarosa y los subcultivos se realizaron cada 35 días (Cabrera *et al.*, 2008). Luego de ocho subcultivos, las plantas fueron colocadas en un medio de cultivo similar al descrito en esta fase para su posterior crecimiento y enraizamiento.

Las condiciones de cultivo fueron las siguientes: cámara de cultivo a  $25 \pm 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$  e iluminación artificial mediante lámparas blancas fluorescentes (Sylvania, Daylight F40T 12/D 40 W) que proporcionaron una intensidad de  $60 \text{ } \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . El fotoperíodo correspondió a 16 horas de luz y ocho horas de oscuridad.

Con el objetivo de determinar los meses para la plantación de plantas *in vitro* en fase de aclimatización para la producción de mayor cantidad de minitubérculos con el peso apropiado para su utilización como material de propagación, se conformaron las combinaciones de tratamientos siguientes:

- Clasificación de las plantas producidas *in vitro* en tres categorías de acuerdo con su longitud: I. menor de 3,0 cm; II. entre 3,0 y 5,9 cm y III. entre 6,0 y 10,0 cm.
- Se plantaron desde el mes de enero hasta el mes de diciembre, 150 plantas producidas *in vitro* cada mes, 50 plantas por cada categoría, anteriormente clasificadas por su longitud.

El experimento se desarrolló en un umbráculo utilizado como fase de aclimatización cubierto por una malla plástica (Zarán) con la cual se logró una reducción de la intensidad luminosa del 10 %. Las cámaras de los umbráculos tenían una dimensión de 20,0 m de largo, 1,0 m ancho y 0,20 m de profundidad y contenían como sustrato

*compost* de cachaza. La plantación de las plantas producidas *in vitro* se realizó a una distancia de 0,10 X 0,10 m.

El riego se efectuó con un sistema Microjet, con una frecuencia de riego de 10 minutos cada 12 horas durante los primeros 30 días de cultivo, luego se aplicó un riego de 15 minutos cada día hasta dos semanas antes de efectuarse la cosecha en el mes de febrero.

Durante la cosecha, la cual se realizó de forma manual, se evaluó en cada combinación de tratamientos, el número de minitubérculos obtenidos por planta y la masa fresca de ellos (g).

En el diseño bifactorial no paramétrico utilizado, las variables dependientes de interés originalmente fueron el número de minitubérculos por planta y la masa fresca promedio de los minitubérculos que, aunque es una variable continua no se ajustó a la distribución normal ni presentó homogeneidad de varianzas.

Se decidió entonces dicotomizar el número de minitubérculos según la mediana: tres o más y se utilizó la regresión logística con los dos factores y sus interacciones, para determinar una función de probabilidad de obtener tres o más minitubérculos. La regresión logística se hizo en dos pasos. Primero, se hizo una regresión logística estándar con probabilidad de corte 0,5. A partir de esta función se construyó la tabla de coordenadas de la curva ROC y se procuró un valor de corte para la probabilidad que optimice el balance de los Falsos Positivos y Falsos Negativos en la Matriz de Confusión de la Clasificación. Así resultó 0,70 y se pudo obtener cuáles son los factores influyentes y sus interacciones, y qué combinación de los mismos produce los mejores resultados.

Un procedimiento similar se utilizó para la masa fresca de los minitubérculos. Para dicotomizar esta variable se estimó una masa fresca igual o mayor a 50,0 g según lo recomendado para la “semilla” de ñame en el Instructivo Técnico del Cultivo (MINAG, 2018). Se consideraron dos categorías que resultaron ser: menor que 50,0 g, e igual o mayor que 50,0 g, de manera que la regresión logística estimada para cada combinación de los factores, fue la probabilidad de obtener una masa fresca de los minitubérculos igual o superior a 50,0 g. La optimización del punto de corte para la probabilidad se realizó con la curva ROC y resultó 0,70.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del efecto del mes de plantación y la longitud de las plantas *in vitro* se muestra en la regresión logística las probabilidades en cuanto al número de minitubérculos que se produjeron por planta en condiciones de umbráculos en el cultivar de ñame ‘Blanco de Guinea’ (Tabla 1). Cuando se realizaron plantaciones desde el mes de enero hasta el mes de agosto, independientemente de la longitud de las plantas *in vitro* se consiguió probabilidad igual a 1,00 de obtener en el umbráculo más de tres minitubérculos por planta. A partir del mes de septiembre hasta diciembre, independientemente de la longitud de las plantas *in vitro*, la probabilidad de que se produjeran más de tres minitubérculos por planta fue disminuyendo significativamente.

**Tabla 1.** Efecto del momento de plantación y la longitud de las plantas *in vitro* sobre el número de minitubérculos por planta producidos en umbráculos en el cultivar de ñame ‘Blanco de Guinea’.

Mes de plantación	Longitud de la planta <i>in vitro</i> (cm)	Número de minitubérculos por planta	Probabilidad de obtener más de 3,0 minitubérculos por planta
Enero	< 3,0	4,10	1,00
	3,0 a 5,9	4,00	1,00
	6,0 a 10,0	4,40	1,00
Febrero	< 3,0	4,90	1,00
	3,0 a 5,9	4,90	1,00
	6,0 a 10,0	4,25	1,00
Marzo	< 3,0	4,40	1,00
	3,0 a 5,9	4,90	1,00
	6,0 a 10,0	4,30	1,00
Abril	< 3,0	4,65	1,00
	3,0 a 5,9	4,60	1,00
	6,0 a 10,0	4,20	1,00
Mayo	< 3,0	4,60	1,00
	3,0 a 5,9	4,30	1,00
	6,0 a 10,0	4,60	1,00
Junio	< 3,0	4,20	1,00
	3,0 a 5,9	3,80	1,00
	6,0 a 10,0	4,10	1,00
Julio	< 3,0	4,30	1,00
	3,0 a 5,9	4,65	1,00
	6,0 a 10,0	3,80	1,00
Agosto	< 3,0	3,40	1,00
	3,0 a 5,9	3,50	1,00
	6,0 a 10,0	3,60	1,00
Septiembre	< 3,0	2,40	0,80
	3,0 a 5,9	2,50	0,80
	6,0 a 10,0	2,60	0,80
Octubre	< 3,0	2,40	0,60
	3,0 a 5,9	2,50	0,60
	6,0 a 10,0	2,60	0,60
Noviembre	< 3,0	1,40	0,10
	3,0 a 5,9	1,40	0,10
	6,0 a 10,0	1,60	0,10
Diciembre	< 3,0	1,20	0,10
	3,0 a 5,9	1,50	0,10
	6,0 a 10,0	1,40	0,10

En relación con la masa fresca de los minitubérculos como resultado de la regresión logística se muestran las probabilidades de que se produzcan minitubérculos por plantas con una masa fresca superior a 50,0 g en condiciones de umbráculos a partir de

las plantas producidas *in vitro* (Tabla 2). Los resultados más favorables se lograron cuando se realizaron plantaciones desde el mes de enero hasta el mes de agosto, independientemente de la clasificación de las plantas *in vitro* por su longitud.

**Tabla 2.** Efecto del momento de plantación y la longitud de las plantas *in vitro* sobre la masa fresca de los minitubérculos producidos en umbráculos en el clon de ñame ‘Blanco de Guinea’.

Mes de plantación	Longitud de la planta <i>in vitro</i> (cm)	Masa fresca de los minitubérculos (g)	Probabilidad de obtener minitubérculos con una masa fresca superior a 50,0 g
Enero	< 3,0	115,30	1,00
	3,0 a 5,9	165,40	1,00
	6,0 a 10,0	160,20	1,00
Febrero	< 3,0	154,30	1,00
	3,0 a 5,9	155,40	1,00
	6,0 a 10,0	170,20	1,00
Marzo	< 3,0	165,40	1,00
	3,0 a 5,9	174,30	1,00
	6,0 a 10,0	170,20	1,00
Abril	< 3,0	154,30	1,00
	3,0 a 5,9	148,40	1,00
	6,0 a 10,0	158,40	1,00
Mayo	< 3,0	122,30	1,00
	3,0 a 5,9	121,30	1,00
	6,0 a 10,0	136,60	1,00
Junio	< 3,0	103,30	1,00
	3,0 a 5,9	108,40	1,00
	6,0 a 10,0	106,30	1,00
Julio	< 3,0	80,40	1,00
	3,0 a 5,9	83,30	1,00
	6,0 a 10,0	86,10	1,00
Agosto	< 3,0	56,40	1,00
	3,0 a 5,9	55,30	1,00
	6,0 a 10,0	50,20	1,00
Septiembre	< 3,0	46,40	0,90
	3,0 a 5,9	45,30	0,90
	6,0 a 10,0	45,20	0,90
Octubre	< 3,0	26,40	0,00
	3,0 a 5,9	25,30	0,00
	6,0 a 10,0	25,20	0,00
Noviembre	< 3,0	16,40	0,00
	3,0 a 5,9	15,30	0,00
	6,0 a 10,0	15,20	0,00
Diciembre	< 3,0	6,40	0,00
	3,0 a 5,9	5,30	0,00
	6,0 a 10,0	5,20	0,00

Durante estos meses se obtuvo probabilidad igual a 1,00 de producir minitubérculos con una masa fresca superior a 50,0 g en el umbráculo. Esa probabilidad fue disminuyendo significativamente a partir del mes de septiembre hasta el mes de diciembre, independientemente de la longitud de la planta *in vitro*.

Dentro de los factores que entraron en la regresión logística el que mayor efecto tuvo en las probabilidades de obtener más de tres minitubérculos por planta y minitubérculos con una masa fresca superior a los 50,0 g a partir de plantas *in vitro* en los umbráculos, fue el factor mes del año de plantación, demostrándose el efecto estacional en el crecimiento y producción de este cultivo (Figura 1).



**Figura 1.** Minitubérculos producidos en umbráculos a partir de plantas *in vitro* del cultivar de ñame 'Blanco de Guinea'.

Pinzón (2014) también coincide con que el hecho de que el ñame es un cultivo con un fuerte factor estacional, constituye un obstáculo para que el mercado del producto sea constante. La producción de minitubérculos se adiciona a las alternativas de propagación vegetativa que posibilitan la disponibilidad de material para siembra, que respondan a las necesidades evitando las limitantes asociadas al dioicismo de la especie, a su floración escasa y asincrónica. A estas limitantes se les unen las relaciones con la calidad e inocuidad de las semillas, comúnmente estas son seleccionadas de la cosecha anterior, aumentando en gran proporción la posibilidad de transmitir y dispersar enfermedades de un ciclo a otro, por lo que los minitubérculos serían la "semilla" sana necesaria para utilizar en nuevas plantaciones.

Los resultados mostraron que fue posible sacar de las cámaras de crecimiento *in vitro* y plantar en fase de aclimatización plantas producidas *in vitro* todos los meses del año. Aunque, se debe limitar a los meses de enero a agosto, momento en los cuales se lograron los mayores índices de multiplicación y se obtuvieron minitubérculos con masa fresca que pudieran ser empleados para la plantación directa a campo.

Balogun (2009) refiere que tanto para el cultivo del ñame como para el cultivo de la papa se ha puntualizado la necesidad de producir minitubérculos a partir de los materiales producidos *in vitro* (plantas *in vitro* o microtubérculos). Pues, hasta el

presente en la gran mayoría de los protocolos descritos para la producción de plantas *in vitro*, se obtienen plantas débiles y muy frágiles que requieren de un periodo de aclimatización que en ocasiones puede ser prolongado, y en la mayoría de los casos no se logran en las mismas los cambios fisiológicos necesarios que le permitan lograr altas supervivencias y expresar sus potencialidades en las condiciones de campo (Cabrera *et al.*, 2011).

A partir de estos resultados fue posible establecer una estrategia para la producción de minitubérculos del cultivar de ñame 'Blanco de Guinea' a partir de plantas producidas *in vitro* en umbráculos, la cual ha resultado de gran utilidad en la toma de decisiones por los especialistas de producción de los laboratorios de propagación *in vitro* de plantas del país, Biofábricas. En estas entidades se ha introducido y generalizado el protocolo de propagación *in vitro* del cultivar de ñame 'Blanco de Guinea' y están comprometidas con la entrega de "semillas" de calidad a las fincas provinciales y municipales de semillas para el desarrollo extensivo del cultivo.

Con la producción de minitubérculos en fase de aclimatización a partir de las plantas producidas *in vitro* se minimizan los riegos de plantar directo a campo, que hasta el presente ha obstaculizado el desarrollo extensivo de la producción de "semillas" en este cultivo. Aighewi *et al.* (2015) exponen varias opciones para producir "semilla" de ñame para aliviar los problemas de mala calidad y disponibilidad, además, apoyan la producción y utilización de minitubérculos en Sistemas de Inmersión Temporal dentro de los métodos con mayores coeficientes de multiplicación (1:1800). Balogun *et al.* (2017) compararon la eficacia relativa del cultivo de tejidos y la selección positiva para generar materiales de siembra de ñame libres de patógenos y recomiendan el uso de las técnicas de cultivo *in vitro*, que incluyen la producción de minitubérculos, a nivel comercial.

## CONCLUSIONES

Se demostró que las plantaciones de plantas producidas *in vitro*, en los umbráculos se deben realizar desde el mes de enero hasta el mes de agosto, para producir más de tres minitubérculos por planta con una masa fresca superior a 50,0 g.

## RECOMENDACIONES

Utilizar los minitubérculos obtenidos en umbráculos, a partir de plantas producidas *in vitro* como material de plantación en el cultivo del ñame y extender la metodología a las biofábricas del país.

## BIBLIOGRAFÍA

- AIGHEWI, B.A.; R. ASIEDU; N. MAROYA and M. BALOGUN. 2015. Improved propagation methods to raise the productivity of yam (*Dioscorea rotundata* Poir.). *Food Security* 7(4): 823-834.
- BALOGUN, M.; N. MAROYA and R. ASIEDU. 2014. Status and prospects for improving yam seed systems using Temporary Immersion Bioreactors. *African Journal of Biotechnology*, 13: 1614-1622.
- BALOGUN M.; N. MAROYA; J. AUGUSTO; A. AJAYI; L. KUMAR; B. AIGHEWI and R. ASIEDU. 2017. Relative Efficiency of Positive Selection and Tissue Culture for

- Generating Pathogen-free Planting Materials of Yam (*Dioscorea* spp.). *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 53(1): 9-16.
- BALOGUN, M.O. 2009. Microtubers in yam germplasm conservation and propagation: The status, the prospects and the constraints. *Biotechnology and Molecular Biology Reviews* 4(1): 1-10.
- BALOGUN, MO. 2005. Development of microtuber production and dormancy control protocols for yam (*Dioscorea* spp.) germplasm conservation. PhD Thesis. University of Ibadan, Nigeria.
- CABRERA, M.; R. GÓMEZ; S. RODRÍGUEZ; J. LÓPEZ; A. RAYAS; M. BASAIL; A. SANTOS; V. MEDERO y G. RODRÍGUEZ. 2008. Efecto del estado físico y concentración de sacarosa presente en el medio de cultivo en combinación con el fotoperíodo sobre la formación de los microtubérculos de ñame (*Dioscorea alata* L.). <http://bva.fao.cu>.
- CABRERA, M.; R. KOSKY; E. ESPINOSA y A. ESPINOSA. 2012. Effect of semi-automated culture systems on yam (*Dioscorea alata* L.) microtuber formation. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 16(1):45-47
- CABRERA, M.; SANTOS, A.; M. BASAIL; J. LÓPEZ; A. RAYAS y V. MEDERO. 2011. Field performance of yam microtuber from temporary immersion system. *African Journal of Biotechnology*. 10(46): 9268-9271.
- IPGRI/IITA. 1997. Descriptores para el ñame (*Dioscorea* spp.). Instituto Internacional del Agricultura Tropical, Ibadán, Nigeria/Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.
- MINAG. 2018. Instructivo técnico del cultivo del ñame. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Cuba, 12 p.
- MURASHIGE, T. and F. SKOOG. 1962. A revised medium for rapid growth and biossays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.*, 15: 473-497.
- PINZÓN Y.A. 2014. Caracterización morfológica y molecular de *Colletotrichum gloeosporioides* aislado de ñame (*Dioscorea* spp.) y establecimiento de una escala de virulencia para su caracterización patogénica. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Microbiología. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Postgrado Microbiología. Bogotá, Colombia, 98 pp.
- RODRÍGUEZ, S. 2004. Situación actual y perspectivas de los cultivos varios. Informe a la Asamblea Nacional del Poder Popular. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de La Habana, 29 de junio del 2004.
- RODRÍGUEZ, S. 2006. Evaluación y recomendación de clones de boniato, yuca, ñame, plátanos y bananos resistentes o tolerantes a los factores adversos de la producción (FAP) y su manejo integrado. Informe final, Programa Nacional Científico. p. 67.
- RODRÍGUEZ, W. 2000. Botánica, domesticación y fisiología del cultivo del ñame (*Dioscorea alata*). *Agronomía Mesoamericana*, 11(2): 133-152.
- TAMIRU, M.; H.C. BECKER and B.L. MAASS. 2008. Diversity, distribution and management of yam landraces (*Dioscorea* spp.) in Southern Ethiopia. *Genet Resour Crop Evol.*, 55: 115-131.