*Rev. Agricultura Tropical Vol. 4 No. 2:10-21, 2018*
*ISSN on line: 2517-9292*

# APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIAL DE PROPAGACIÓN EN EL CULTIVO DEL BONIATO (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

Jaime E. Simó González[1*], Ernesto Espinosa Cuéllar[1], Alberto Espinosa Cuéllar[1], Fernando Manuel de Almeida[2] y Ramón Rivera Espinosa[3].
*[1] Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apartado 6, Santo Domingo, CP: 53000, Villa Clara, Cuba.*
*[2] Universidad José Eduardo dos Santos, Facultad de Ciencias Agrarias de Huambo, Avenida Reiwaponjamb, a Catumbela, cidade Alta, República de Angola. CP: 2458.*
*[3] Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.*
**Autor para la correspondencia: micorrizasf@inivit.cu.*

## RESUMEN
El trabajo se desarrolló en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), en el municipio Santo Domingo, provincia Villa Clara, con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización con dos tipos de abonos orgánicos en la producción de esquejes y en el rendimiento de los cultivares de boniato (*Ipomea batatas* (L.) Lam.) 'CEMSA 78-354' e 'INIVIT B 23-2013'. El experimento se ejecutó en condiciones de campo durante el período lluvioso de marzo a julio de 2015 en un diseño en Bloque al Azar con cuatro réplicas y con arreglo factorial 2×4, los factores fueron: tipo de abonos orgánicos con dos niveles (estiércol vacuno y cachaza) y dosis de fertilización con cuatro niveles (0, 10, 20 y 30 t.ha$^{-1}$). Los resultados mostraron que la aplicación de fuentes orgánicas en las áreas de producción de "semillas" de boniato garantiza altas producciones de material de propagación y con óptima calidad. Con la aplicación de 20 t.ha$^{-1}$ de abono orgánico se obtiene mayor número de esquejes con buena calidad para ser empleados como material de propagación, asimismo, el rendimiento agrícola del cultivo se afectó en los cultivares estudiados en un 35 %.
**Palabras clave:** cachaza, estiércol vacuno, rendimiento.

# APPLICATION OF ORGANIC FERTILIZERS IN THE PRODUCTION OF PROPAGATION MATERIAL IN THE CULTURE OF SWEET POTATO (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

## ABSTRACT
The work was developed in the Research Institute of Tropical Root and Tuber Crops (INIVIT), in Santo Domingo municipality, Villa Clara province, with the objective of evaluating the effect of fertilization with two types of organic fertilizers in the production of cuttings and in the yield of sweet potato clones (*Ipomea batatas* L. Lam.) 'CEMSA 78-354' and 'INIVIT B 23-2013'. The experiment was carried out in field conditions during the rainy period from March to July 2015 in a randomized Block design with four replications and with a factorial arrangement of 2×4, the factors were: type of organic fertilizers with two levels (cow dung and filter press mud) and fertilization dose with four levels (0, 10, 20 and 30 t.ha$^{-1}$). The results showed that the application of organic sources in the production areas of "seeds" of sweet potato guarantees high productions of propagation material and with optimum quality. With the application of 20 t.ha$^{-1}$ of organic, cuttings in greater number and quality were obtained to be used as propagation

material, also, the agricultural yield of the crop was affected in the clones studied in about 35 %.
**Keywords:** filter press mud, cow dung, yield.

## INTRODUCCIÓN

El boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) es una fuente importante de alimentos para gran parte de la población mundial, localizada principalmente en países tropicales. La producción anual en el año 2016 fue 105,2 millones de toneladas, con un rendimiento promedio de 12,2 $t.ha^{-1}$ (FAOSTAT, 2016).

En Cuba, la producción de boniato en el año 2016 se estimó en 594 378 toneladas, con un rendimiento promedio de 10,9 $t.ha^{-1}$ (ONEI, 2016). Este volumen de producción garantizó el promedio de consumo per cápita de 32 kg anuales (INIVIT, 2012).

Sin embargo, el incremento de sus áreas se ve con frecuencia afectado por la escasa disponibilidad de material de plantación con alta calidad, lo cual trae consigo que la producción de boniato en diversas regiones del país se encuentre afectada. La "semilla" es el aspecto más importante a tener en cuenta, expresó León-Velarde (2007) pues de esta dependen en gran medida los rendimientos y calidad de las cosechas futuras.

En la actualidad, no ha sido posible satisfacer en el boniato las altas necesidades nutricionales anuales de fertilizantes minerales (10 $t.cab^{-1}$ de N, $P_2O_5$ y $K_2O$, respectivamente) por su costo elevado, lo que explica que se fertiliza solo el 30 % de las áreas recomendadas por el instructivo técnico del boniato (INIVIT, 2012).

Los aspectos señalados demandan modificar los esquemas de suministro de nutrimentos en las áreas con destino a la producción de material de propagación de boniato, que optimicen su aprovechamiento, disminuyan la dependencia de los insumos agroquímicos externos, protejan al suelo y garanticen altos índices de multiplicación de propágulos con calidad.

En el contexto de producción agrícola cubano, el manejo de cultivos debe incluir programas nutricionales integrados donde se implemente la compensación nutricional a través de enmiendas orgánicas como parte de una agricultura sustentable, que permita producir con los medios que se presenten en nuestro sector productivo. Es así, que la aplicación de materia orgánica cobra un papel importante en la producción de cultivos por las grandes ventajas que presenta en la biota del suelo como en la parte relacionada a la nutrición de cultivos.

Por todo lo anterior se realizó este trabajo con el objetivo de evaluar la efectividad de la aplicación de estiércol vacuno y cachaza como alternativas de fertilización en la producción de material de plantación en el boniato, que garantice mayor producción de esquejes y a su vez le proporcione al productor mayores rendimientos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se ejecutó durante el período de marzo a julio (período lluvioso) de 2015 con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización con estiércol vacuno y cachaza en la producción de esquejes y en el rendimiento en los cultivares 'CEMSA 78-354' e 'INIVIT B 23-2013' en las áreas agrícolas del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), ubicado a los 22º 35' N, 80º18' W y a 40 msnm y localizado en el municipio de Santo Domingo, provincia de Villa Clara, Cuba.

*Principales características edafoclimáticas.*

El período experimental estuvo caracterizado por la ocurrencia del 61 % de las

precipitaciones anuales y el 82 % de los días con lluvia y por temperaturas medias mensuales, las cuales ascendieron y se hallaron siempre entre 23,9 y 27,0 ºC (Tabla 1).

**Tabla 1.** Precipitación (mm) y número de días con lluvias mensuales en el período experimental 2015 y el promedio histórico de 1978-2015.

| Meses | 2015 | | | Promedio histórico 1978-2015 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (mm) | (dll) | (ºC) | (mm) | (dll) | (ºC) |
| Marzo | 18 | 4,0 | 23,9 | 61,2 | 6,3 | 22,7 |
| Abril | 94,1 | 6,0 | 25,7 | 64,2 | 5,7 | 24,3 |
| Mayo | 84,8 | 10,0 | 25,2 | 181,5 | 11,8 | 25,5 |
| Junio | 124,6 | 13,0 | 26,3 | 217 | 15 | 26,6 |
| Julio | 94,5 | 10,0 | 27,0 | 162,7 | 13,7 | 26,9 |
| *Acumulado/Promedio* | *416,0* | *43,0* | *25,6* | *686,6* | *52,5* | *25,2* |

**Fuente:** Los datos de las variables climatológicas correspondientes al período experimental y los históricos de 37 años se tomaron de la Estación Agrometeorológica No. 326, adjunta al Instituto de Meteorología (INSMET, 2015) y ubicada a 22º 35' N, 80º 18' W y a 40 msnm en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) en el municipio de Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. Leyenda: mm = cantidad de precipitación; dll = número de días con lluvia.

Los experimentos se desarrollaron en un suelo Pardo mullido carbonatado, según la Clasificación de los suelos de Cuba 2015 (Hernández *et al*., 2015). En la tabla 2 se presentan algunas características y propiedades agroquímicas (0-0,20 m de profundidad), las cuales se determinaron al inicio del experimento a partir de las diferentes Normas Cubanas (NC) establecidas.

**Tabla 2.** Algunas características agroquímicas del suelo (0-0,20 m) al inicio del experimento del suelo Pardo mullido carbonatado.

| *pH $H_2O$ | *MO (%) | *$P_2O_5$ ($mg.kg^{-1}$) | *$K_2O$ | *$Ca^{+2}$ ($cmol_c.kg^{-1}$) | *$Mg^{+2}$ | *$K^+$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7,79 | 2,08 | 31,9 | 35,3 | 38,46 | 3,21 | 0,40 |

*Cada valor es promedio de ocho muestras compuestas.
pH en $H_2O$ en relación suelo: solución (1:2,5) por el método potenciométrico. Determinación de la materia orgánica por el método de Walkley-Black (oxidación del C con $K_2Cr_2O_7$ 0,5 M en $H_2SO_4$ (18 M al 98 %) y valoración con $SO_4FeNH_4$ (0,25 M). Determinación del $P_2O_5$ y el $K_2O$ por el método de Machiguín (solución extractiva de $(NH_4)_2CO_3$ con concentración de 10 $g.L^{-1}$, pH 9,0) y valoración con ácido ascórbico. Determinación de cationes intercambiables con $NH_4Ac$ 1 M y pH 7 en relación suelo: solución de 1:5 y agitando durante 5 minutos (Paneque *et al*, 2010).

Según MINAG (1984) el suelo se caracterizó por un pH ($H_2O$) ligeramente alcalino; contenido de materia orgánica (MO) bajo; contenido de fósforo disponible ($P_2O_5$) medio; bases intercambiables con contenidos típicos para este tipo de suelo: el $Ca^{+2}$ mostró valores altos, el $Mg^{+2}$ y el $K^+$ mostraron valores medios, respectivamente (Tabla 2).
Se utilizaron en el esquema de suministro de nutrimentos al cultivo dos tipos de abono orgánico: el estiércol vacuno, recolectado en el propio INIVIT y la cachaza procedente y transportada desde la Empresa Azucarera "Carlos Baliño", ubicado a 7 km de esta

institución. Algunas propiedades y la composición química (macroelementos) que caracterizan ambas fuentes de nutrimentos se presentan en la tabla 3.

**Tabla 3.** Algunas propiedades que caracterizan la composición química del vacuno y la cachaza utilizados en el esquema de suministro de nutrimentos del boniato.

| Fuente | MO | Concentración | | | Humedad (%) | C:N |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (g $kg^{-1}$) | N | $P_2O_5$ (g $kg^{-1}$) | $K_2O$ | | |
| Vacuno* | 115,0 | 3,2 | 2,2 | 7,2 | 80 | 20:1 |
| Cachaza* | 160,0 | 3,3 | 6,0 | 1,7 | 71 | 30:1 |

*Cada valor es promedio de seis muestras compuestas.
Determinación de la materia orgánica por el método de Walkley-Black (oxidación del C con $K_2Cr_2O_7$ 0,5 M en $H_2SO_4$ (18 M al 98 %) y valoración con $SO_4FeNH_4$ (0,25 M). Los elementos totales por digestión de la muestra con $H_2SO_4$ (18 M al 98 %) + Se, el N: se determinó por el método colorimétrico de Nessler; el P con ácido-1 amino-2 naftol-4 sulfónico (Método de Osmond).

Se evaluaron los cultivares en un diseño en bloque al azar con cuatro réplicas y con arreglo factorial 2×4, los factores fueron: tipo de abonos orgánicos con dos niveles (estiércol vacuno y cachaza) y dosis de fertilización con cuatro niveles (0, 10, 20 y 30 $t.ha^{-1}$).
Se utilizó un marco de plantación de 0,90 m×0,30 m y como material de plantación esquejes de 0,25-0,30 m de longitud. La superficie de cada unidad experimental fue de 21,6 $m^2$ para cada tratamiento con un área de cálculo de 16,2 $m^2$ y se evaluaron 42 plantas por parcela.
La dosis de 20 $t.ha^{-1}$ (D30) representó la norma del instructivo técnico para la producción en bancos de "semillas" de boniato (INIVIT, 2012). Las cantidades totales de cada una de las dosis de abono orgánico estudiadas, tanto de estiércol vacuno como cachaza se aplicaron sin fraccionar en el fondo del surco en el establecimiento de la plantación.
Se ejecutaron dos cortes en ambos experimentos: un primer corte (corte 1) de esquejes a los 70 días después de la plantación en los dos clones estudiados. El segundo corte se realizó a los 70 días después del primero. Se utilizaron todas las secciones de tallos hasta 0,15 m de la base del mismo. Las raíces tuberosas se cosecharon a los 140 días después de la plantación.
Las labores post-corte se realizaron por las recomendaciones del Instructivo Técnico para la producción en bancos de "semillas" de boniato (INIVIT, 2012). Se debe destacar que no se realizaron aplicaciones recomendadas de N foliar (3 %) a los 40 días de la plantación en ninguno de los tratamientos evaluados.
Los esquejes fueron cortados cuando presentaron las características adecuadas (de 25 a 30 cm de longitud y de seis a ocho hojas activas). El resto de las atenciones culturales se realizaron según el Instructivo Técnico del Cultivo del Boniato (INIVIT, 2012).
Durante el ciclo del cultivo y en la cosecha se realizaron las siguientes evaluaciones:
**Porcentaje de brotación de los esquejes (%)**
Se contabilizó el número de plantas brotadas por parcela a los 15 días de la plantación y el valor fue expresado en porcentaje a partir del número de plantas iniciales.

**Cobertura del campo por el follaje (días)**
El cierre de la parcela por follaje se determinó por apreciación, y se consideró cerrada cuando la cobertura alcanza el 75 % de la superficie se realizó una observación visual y se consideró cerrada la parcela, cuando el 75 % de esta se cubrió por el follaje.
**Producción de esquejes por planta**
Después de cada corte se contó la producción de esquejes totales en los tres surcos centrales de cada parcela y se dividió entre el número de plantas evaluadas, además se determinó el número de esquejes acumulados en los dos cortes realizados. Expresado en esquejes por planta.
**Diámetro de la rama principal (mm)**
Se determinó en los dos cortes con un pie de rey en la parte central de la rama principal.
**Rendimiento agrícola del boniato (t.ha$^{-1}$)**
Se determinó a los 140 días de la plantación por pesada de las raíces tuberosas con peso superior a 115 g en el área de cálculo de las parcelas.
**Análisis estadístico**
Una vez verificados los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza de los datos obtenidos (SPSS, versión 15.0, 2006) y transformada la variable porcentaje de brotación al arcsen raíz x/100, la información experimental se procesó estadísticamente como un diseño en Bloque al Azar con arreglo factorial de 2×4. Se utilizó como criterio de comparación entre medias la Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis factorial para todas las variables (Tabla 4), mostró que no existió interacción significativa entre los factores tipo de abono orgánico por dosis de aplicación. Por tanto, se presenta la discriminación de medias para los tratamientos del factor dosis de abono orgánico.

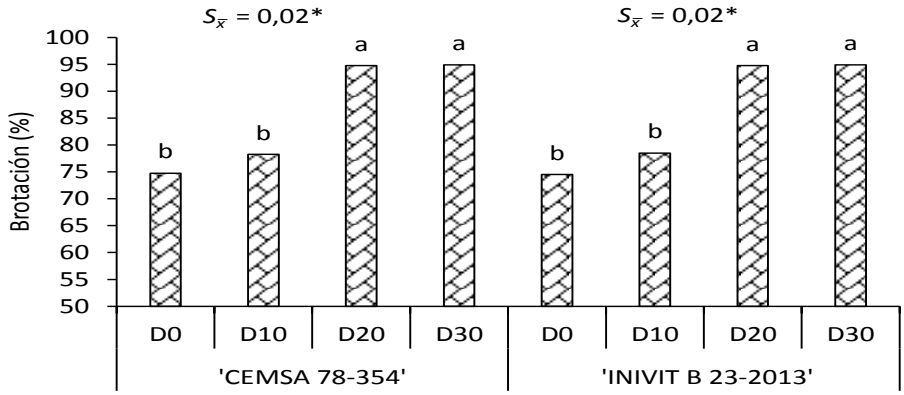
**Tabla 4.** Significación de los factores y términos de interacción en el ANOVA de cada variable evaluada.

| Variable | Modelo corregido | Intersección | A | B | A×B |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Significación | | | |
| Brotación354 | 0,000 | 0,000 | 0,528 | 0,000 | 0,951 |
| Brotación23 | 0,000 | 0,000 | 0,773 | 0,000 | 0,812 |
| Cobertura354 | 0,000 | 0,000 | 0,930 | 0,000 | 0,993 |
| Cobertura23 | 0,000 | 0,000 | 0,472 | 0,000 | 0,589 |
| Esquejes354a70días | 0,000 | 0,000 | 0,585 | 0,000 | 0,984 |
| Esquejes354a140días | 0,000 | 0,000 | 0,542 | 0,000 | 0,939 |
| Esquejes354AcumuladoCorte | 0,000 | 0,000 | 0,488 | 0,000 | 0,951 |
| Esquejes23a70días | 0,000 | 0,000 | 0,918 | 0,000 | 0,989 |
| Esquejes23a140días | 0,000 | 0,000 | 0,818 | 0,000 | 0,793 |
| Esquejes23AcumuladoCorte | 0,000 | 0,000 | 0,956 | 0,000 | 0,931 |
| Diámetro354a70días | 0,000 | 0,000 | 0,387 | 0,000 | 0,850 |
| Diámetro354a140días | 0,000 | 0,000 | 0,949 | 0,000 | 0,985 |
| Diámetro23a70días | 0,000 | 0,000 | 1,000 | 0,000 | 0,607 |
| Diámetro23a140días | 0,000 | 0,000 | 0,805 | 0,000 | 0,984 |
| Rendimiento354 | 0,000 | 0,000 | 0,805 | 0,000 | 0,241 |
| Rendimiento23 | 0,000 | 0,000 | 0,284 | 0,000 | 0,920 |

Leyenda: Factor A (Tipo de abono orgánico); Factor B (dosis abono orgánico).

**Porcentaje de brotación de los esquejes (%)**

Se encontró una respuesta positiva en la brotación a la aplicación de las diferentes dosis de vacuno y cachaza en los dos clones estudiados, con diferencias significativas (p ≤ 0,05) entre los niveles de fertilización estudiados (Figura 1).




Letras diferentes expresan diferencias significativas (p ≤ 0,05) de acuerdo con Prueba de Tukey.

Leyenda: D0, D10, D20 y D30 = dosis de 0, 10, 20 y 30 t.ha$^{-1}$ de abono orgánico.

**Figura 1.** Efecto de la aplicación de dosis de estiércol vacuno y cachaza en el porcentaje de brotación evaluado a los 15 días de la plantación en los clones 'CEMSA 78-354' e 'INIVIT B 23-2013.

Los mayores porcentajes de brotación se obtuvieron en los dos clones estudiados con las dosis de 20 t.ha$^{-1}$, tanto de vacuno como de cachaza respectivamente, sin diferencias con el tratamiento que recibió la dosis mayor (30 t.ha$^{-1}$) de abono orgánico. Los dos tipos de abonos orgánicos presentaron una respuesta similar, sin diferencias significativas.

La obtención del material de plantación de buena calidad, es una de las etapas clave del cultivo del boniato, pues de ella depende el éxito que pueda lograrse en las etapas posteriores (Díaz, 2012).

Asimismo, López *et al*. (1995) señalaron que la brotación es un indicador que está en correspondencia con la calidad de la plantación y que de esta dependen los rendimientos relacionados con la producción de material de propagación.

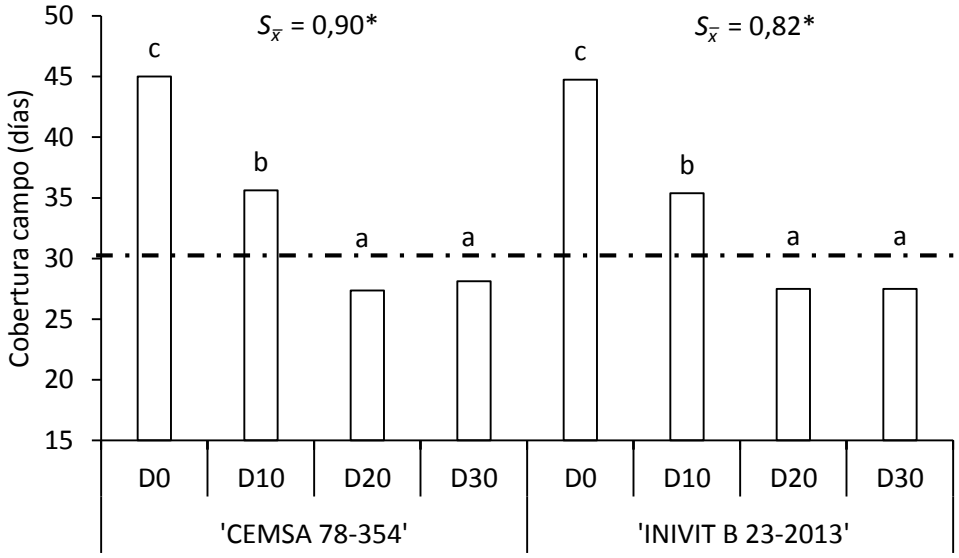
Por otra parte, Morales (2004), planteó que, a partir de esquejes de alta calidad y factores favorables como humedad y preparación del suelo, así como una buena calidad de la plantación, resulta posible obtener porcentajes de brotación elevados. Según el mismo autor, cuando un campo de boniato posee un 90 % de población en el momento de la cosecha, no se ven afectados el rendimiento y sus componentes.

**Cobertura del campo por el follaje (días)**

Con relación al cierre del campo por el follaje, la mejor respuesta en los dos cultivares estudiados se obtuvo con las dosis de 20 (D10) y 30 (D20) t.ha$^{-1}$, tanto de vacuno como de cachaza respectivamente (Figura 2) sin diferencias significativas (p ≤ 0,05) entre ellas y sí con el resto de los tratamientos.

Las mejores dosis, anteriormente mencionadas de ambas fuentes orgánicas, produjeron un cierre de la plantación en ambos clones estudiados a los 27-28 días, lo que comparado con el tratamiento que no recibió fertilización orgánica se logró 18 días antes.

Según investigaciones realizadas por Sotolongo (2012), la cobertura del campo por el follaje posee marcada influencia para evitar la aparición y desarrollo de arvenses, lo que reduce los costos y así contar con mayor producción de esquejes, es por ello que los productores de boniato prefieren una cobertura del campo más rápida lo que también garantiza un menor número de labores de cultivo.

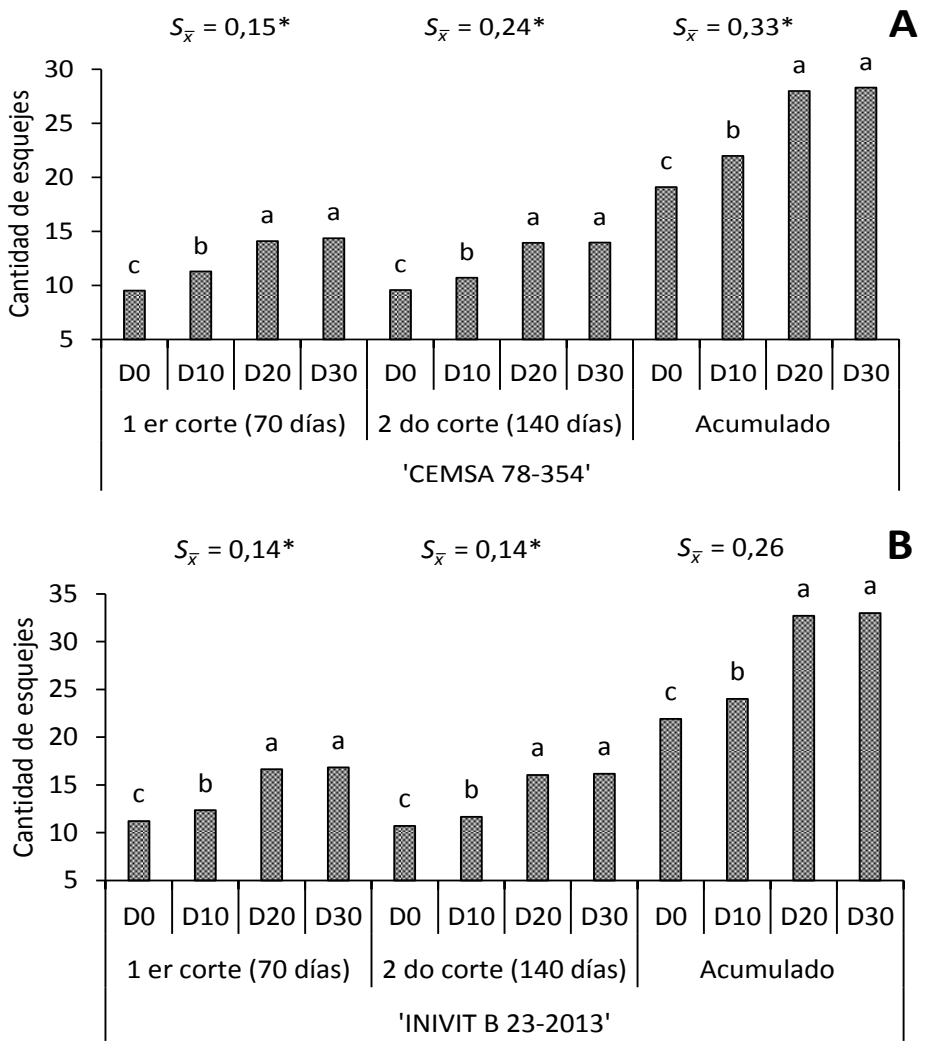



Letras diferentes expresan diferencias significativas (p ≤ 0,05) de acuerdo con Prueba de Tukey.
Leyenda: D0, D10, D20 y D30 = dosis de 0, 10, 20 y 30 $t.ha^{-1}$ de abono orgánico.
**Figura 2.** Efecto de la aplicación de dosis de estiércol vacuno y cachaza en la cobertura del campo por el follaje evaluado a los 25 días de la plantación en los clones 'CEMSA 78-354' e 'INIVIT B 23-2013.

Estos resultados coinciden con los referidos por Morales (2002), quien informó que el cierre de parcela sucede entre los 30-35 días en época de primavera y consideraron cerrada una parcela cuando el 75 % del área estuvo cubierta por el follaje de la planta.
Por otra parte, Vázquez (2009) señaló que la velocidad del desarrollo del follaje del boniato depende de los clones y que el mayor o menor número de días estará en correspondencia con los factores bióticos o abióticos que enfrentan durante su desarrollo vegetativo.

**Producción de esquejes por planta**

En cuanto a la producción de material de propagación por ambos cultivares, las dosis 20 (D10) y 30 (D20) $t.ha^{-1}$, tanto a los 70 días (primer corte) como a los 140 días (segundo corte) y en el acumulado total en los dos cortes efectuados (Figura 3 A, B), produjeron las mayores cantidades de esquejes y fueron significativamente (p ≤ 0,05) superior al resto de los tratamientos. La variante que no recibió aplicación de abonos orgánicos (D0) produjo la menor cantidad de "semillas" por planta.




Letras diferentes expresan diferencias significativas ($p \leq 0,05$) de acuerdo con Prueba de Tukey.
Leyenda: D0, D10, D20 y D30 = dosis de 0, 10, 20 y 30 $t.ha^{-1}$ de abono orgánico.
**Figura 3.** Efecto de la aplicación de dosis de estiércol vacuno y cachaza en la producción de esquejes evaluado a los 70 y 140 días de la plantación y en el acumulado de los dos cortes en los clones 'CEMSA 78-354' (A) e 'INIVIT B 23-2013' (B).

Estos resultados ratifican la recomendación de fertilización orgánica, establecida en el Instructivo Técnico para la producción en bancos de "semilla" de boniato (INIVIT, 2012).
En los cultivares 'CEMSA 78-354' e 'INIVIT B 23-2013' en ambos cortes se obtuvieron índices de multiplicación de 1:14 y 1:16 respectivamente, los cuales coinciden con lo informado por otros autores (Morales, 2006; Días, 2012; INIVIT, 2012) en Cuba en experimentos realizados en condiciones de suelo Pardo con fertilización mineral.
Según Montesdeoca (2005), la semilla es el principal insumo para desarrollar buenos cultivos, y en el caso del boniato es necesario tener propágulos de buena calidad, ya que en este cultivo se emplean tradicionalmente en la propagación vegetativa pequeños tallos llamados esquejes.

Lamentablemente hoy en día en Cuba, no se cuenta con productores de "semilla" de boniato, que nos aseguren la calidad fitosanitaria del cultivo, como tampoco la calidad genética de la planta, por este motivo es necesario desarrollar métodos y sistemas de siembra y suministro de nutrimentos en los cuales se asegure la cantidad y calidad de la "semilla" en los nuevos clones que se recomienda introducir en la agricultura cubana (Díaz, 2012).

Según Morales (2006), hoy no existe una entidad de producción y comercialización que garantice el suministro de la "semilla" de boniato necesaria con la calidad requerida a las distintas formas de producción existentes en Cuba, lo que incide en la producción y calidad del material de propagación y en los rendimientos.

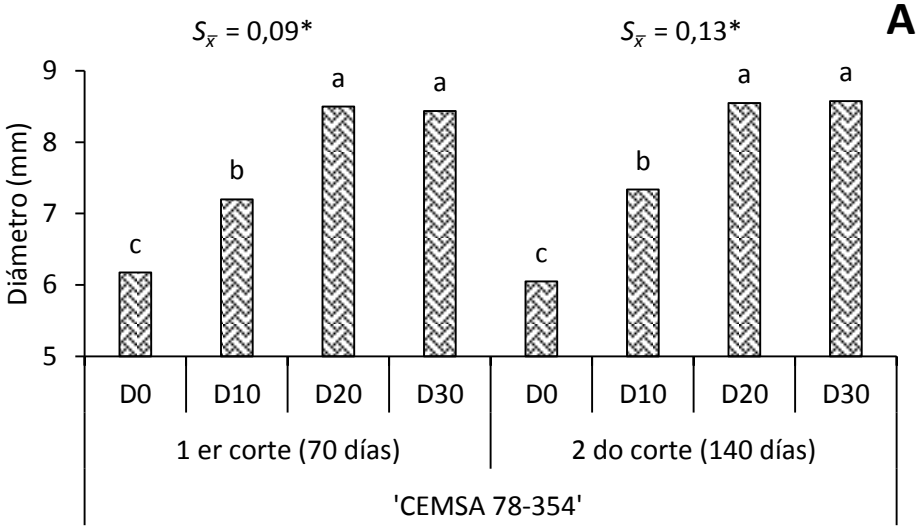
**Diámetro de la rama principal (mm)**

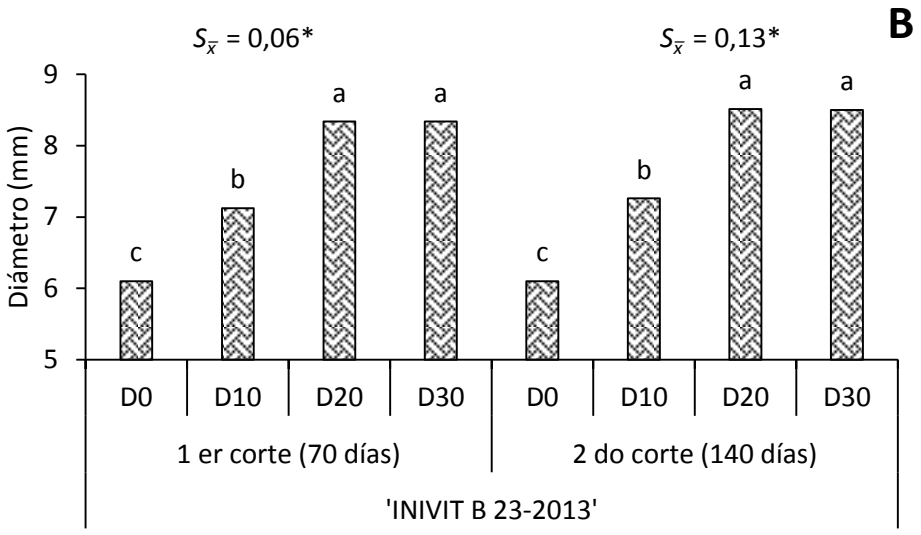
Con relación a la influencia que ejercen los tratamientos en base a la aplicación de abonos orgánicos en la calidad de los esquejes en los cultivares 'CEMSA 78-354' e 'INIVIT B 23-2013', se observó que en los dos cortes de esquejes realizados, en los tratamientos con vacuno y cachaza se obtuvo el mayor diámetro de la rama principal con la aplicación de 20 $t.ha^{-1}$, tanto de estiércol vacuno como con cachaza, sin diferencias con el tratamiento que recibió la mayor dosis de abono orgánico (Figura 4 A, B).

Resultados similares obtuvo Días (2012) al evaluar el diámetro de las ramas en el cultivar 'INIVIT B 2-2005', como atributo de calidad del material de propagación.

**Rendimiento agrícola del boniato ($t.ha^{-1}$)**

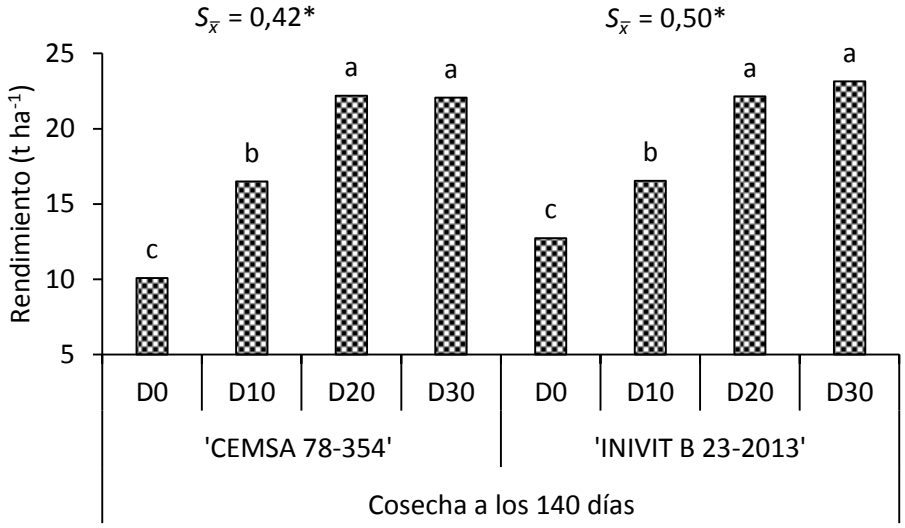
Se obtuvieron los mayores rendimientos en ambos clones con las dosis de 20 $t.ha^{-1}$, tanto de vacuno como de cachaza respectivamente, sin diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con el tratamiento que recibió la aplicación de las dosis mayores (30 $t.ha^{-1}$) de estas fuentes (Figura 5). El tratamiento que no se fertilizó produjo rendimientos significativamente inferiores.






Letras diferentes expresan diferencias significativas (p ≤ 0,05) de acuerdo con Prueba de Tukey.
Leyenda: D0, D10, D20 y D30 = dosis de 0, 10, 20 y 30 $t.ha^{-1}$ de abono orgánico.

**Figura 4.** Efecto de la aplicación de dosis de estiércol vacuno y cachaza en el diámetro en la parte central de la rama principal evaluado a los 70 y 140 días de la plantación de los clones 'CEMSA 78-354' (A) e 'INIVIT B 23-2013 (B).




Letras diferentes expresan diferencias significativas (p ≤ 0,05) de acuerdo con Prueba de Tukey.
Leyenda: D0, D10, D20 y D30 = dosis de 0, 10, 20 y 30 $t.ha^{-1}$ de abono orgánico.

**Figura 5.** Efecto de la aplicación de dosis de estiércol vacuno y cachaza en el rendimiento evaluado a los 140 días de la plantación en los clones 'CEMSA 78-354' e 'INIVIT B 23-2013.

Se obtuvieron los mayores rendimientos en ambos clones con las dosis de 20 $t.ha^{-1}$, tanto de vacuno como de cachaza respectivamente, sin diferencias con los tratamientos que recibieron la aplicación de las dosis mayores de estas fuentes.

Por otra parte, al comparar los rendimientos obtenidos con los informados por Morales (2004) y Días (2012) en otros cultivares y en el propio 'CEMSA 78-354' con el objetivo de obtener rendimientos altos, se encontró una disminución de los rendimientos en alrededor de un 30 %, lo cual indica que en las áreas con destino a Bancos de "semilla" tradicionales el corte del follaje afecta el rendimiento y la calidad de las raíces tuberosas.

Los rendimientos promedio registrados oficialmente en Cuba (ONEI, 2016) son bajos (10,9 $t.ha^{-1}$) cuando se comparan con otros países como China (FAOSTAT, 2016), cuyo rendimiento promedio es de 19 $t.ha^{-1}$. Diversos factores inciden en los bajos rendimientos, tales como: la mala calidad en la preparación de los suelos, la escasa disponibilidad de riego y fertilizantes, las indisciplinas tecnológicas, los daños causados por el tetuán del boniato (*Cylas formicarius* Fab.) y principalmente a la calidad de la "semilla" empleada en las áreas de producción destinadas al cultivo (Rodríguez, 2010).

Resultados de Ruiz *et al*. (1994); Portieles *et al*. (1995) e INIVIT (2012) indicaron la importancia de las aplicaciones de materia orgánica en plantaciones de boniato, donde recomendaron que las dosis de fertilizantes químicos pueden ser compensadas por materia orgánica con aplicaciones de 0,45 a 0,70 kg por plantas equivalente a 15-19 $t.ha^{-1}$, utilizando diferentes fuentes, como la cachaza, gallinaza, humus de lombriz o compost según se disponga.

## CONCLUSIONES

1. La aplicación de fuentes orgánicas en las áreas de producción de "semillas" de boniato garantiza altas producciones de material de propagación y con óptima calidad.
2. La aplicación de 20 $t.ha^{-1}$ de abono orgánico produce esquejes en mayor número y calidad para ser empleados como material de propagación.
3. El rendimiento agrícola se afecta en los clones estudiados en un 35 %.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda en las áreas con destino a la producción de material de propagación en el cultivo de boniato abonar con 20 $t.ha^{-1}$ de estiércol vacuno o cachaza antes de la plantación.

## BIBLIOGRAFÍA

DÍAZ, R. 2012. Nueva tecnología de producción de semilla agámica en el boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). 56 p. [Tesis de Maestría]. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Villa Clara, Cuba. [Consultado: enero de 2018].

Editorial IBM Corporation, U.S.A. SPSS Statistical, version 15.0. para Windows. [En línea] [Consultado: febrero de 2018]. Disponible en: www.ibm.com.

FAOSTAT. Anuario Estadístico de la FAO. 2016. [En línea]. [Consultado: agosto de 2018]. Disponible en: faostat.fao.org/.

HERNÁNDEZ, A.; J.M. PÉREZ; D. BOSCH y N. CASTRO. 2015. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015.* Ediciones INCA, Cuba, 93 p. ISBN 978-959-7023-77-7.

INIVIT. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales. 2012. Instructivo Técnico para la producción de semillas de viandas. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de La Habana, Cuba. 41 p.

INSMET. Instituto de Meteorología. 2015. Hojas de asentamiento de las variables meteorológicas diarias. Estación meteorológica No. 326, Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

LEÓN-VELARDE, C. y de MENDIBURU, F. 2007. Seminario Estrategias para el uso del camote en la alimentación humana y animal. CIP-IICA/FONTAGRO-BID. Lima, mayo, p. 29-31.

LÓPEZ, M.; E. VÁZQUEZ y R. LÓPEZ. 1995. Raíces y Tubérculos. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba. 434 p.

SOTOLONGO, N. 2012. Influencia del número de plantas por nido en la producción de semillas de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 47p.

MINAG. 1984. Manual de interpretación de los índices físico-químicos y morfológicos de los suelos cubanos. Editorial Científico-Técnica, Ciudad de La Habana, Cuba, 136 p.

MONTESDEOCA, F. 2005. Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador. 7 p.

MORALES, A. 2006. Estrategia para la Producción de "Semilla" de Boniato. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). 4 p.

MORALES, A. 2002. Aspectos generales sobre el cultivo del camote (boniato) en Cuba. En CISNEROS F. y ALCÁZAR J. (eds) *Manejo integrado del gorgojo del camote o tetuán del boniato (*Cylas formicarius *(Fab.), en Cuba*. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. p. 1-11.

MORALES, A. 2004. Obtención de "semilla" de boniato con alta calidad genética. Aumente sus producciones de boniato. (Plegable). Instituto de Investigaciones Viandas Tropicales (INIVIT).

PANEQUE, V.M.; J.M. CALAÑA; M. CALDERÓN; Y. BORGES; T.C. HERNÁNDEZ y M. CARUNCHO. 2010. Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Ediciones INCA. La Habana, Cuba. 157p. ISBN: 978-959-7023-51-7.

ONEI. 2016. Oficina Nacional de Estadística e Información. Anuario Estadístico de Cuba 2016. Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca. Edición 2017. [Consultado: agosto de 2018]. Disponible en: www.onei.cupdf.

PORTIELES, J.; L. RUIZ. y E. SANCHEZ. 1995. Tecnología de aplicación del fertilizante en el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas*). *Ciencia. Técnica. Agricultura. Viandas Tropicales*, 8(1):17-30.

RODRÍGUEZ, L. 2010. La producción de boniato (*Ipomoea batatas* Lam.) Fuente: http://www.monografias.com.

RUIZ, L.; V. MEDERO y M. GARCÍA. 1994. Los biofertilizantes, una alternativa para la nutrición de los suelos en el cultivo de las viandas en Cuba. (Plegable). Instituto de Investigaciones Viandas Tropicales (INIVIT).

VÁZQUEZ, A. 2009. Comportamiento de cinco clones de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) ante los daños causados por el Tetuán (*Cylas formicarius* Fab.) en la CPA Jesús Mondejar. 12 p.