

Tecnología para la producción intensiva de esquejes de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)

Technology for an intensive production of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) cuttings

Roberto Díaz Hernández*; Alfredo L. Morales Tejón; Yuniel Rodríguez García; Manuel Lima Díaz; José A. Herrera Rodríguez; Dania Rodríguez del Sol

Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT)

E-mail: rdhernandez@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 estudiar una nueva tecnología para la producción de esquejes de boniato. Se plantaron raíces tuberosas del clon comercial "INIVIT B2-2005" cuyo peso osciló entre 80 a 115g, se taparon con una capa de sustrato de 3 a 5 cm de espesor en cámaras de CRAS de 1 m de ancho y 15 m de largo durante las dos épocas del año. El sustrato consistió en una mezcla de tierra y materia orgánica en una proporción 1:1. Los esquejes se cortaron con cuchillo cuando alcanzaron una altura de 25 cm. Se evaluó la producción de esquejes por m² y se compararon esquejes de la nueva tecnología con los procedentes de la tecnología tradicional. Los resultados mostraron que en la producción de esquejes por m² se obtuvo los mayores valores de rendimiento durante la época de primavera, donde se alcanzó un total de 1 390 esquejes por m² en nueve cortes, con una frecuencia entre cortes de siete y diez días. En invierno se obtuvo 764 esquejes por m² en nueve cortes, con una frecuencia similar. El material de propagación obtenido en la nueva tecnología superó en un 22% el potencial productivo del procedente de la tecnología convencional. La nueva tecnología resultó ser económicamente más efectiva a la tecnología tradicional en 89,10 pesos por cada 10,0 miles de esquejes producidos.

Palabras clave: rendimiento, tecnología.

ABSTRACT. The work was developed at the Research Institute of Tropical Root and Tuber Crops, Bananas and Plantains (INIVIT), in Santo Domingo municipality, Villa Clara province, with the aim of studying a new technology for sweet potato cutting production. Tuberos roots ranging from 80 to 115g from the commercial clone "INIVIT B2-2005" were planted and covered with a 3-5 cm thick substrate layer in 1 m wide and 15 m long chambers of Seed Reproduction Centres (CRAS) for the two seasons. The substrate consisted of a mixture of soil and organic matter in a 1:1 ratio. Cuttings were cut with a knife when they reached a 25 cm height. The cutting production per m² was evaluated and cuttings from the new technology were compared with those from the traditional technology. The results showed that in the cutting production per m², the highest yield values were obtained †during the spring season. A total of 1390 cuttings per m² were obtained in nine cuts, with a cut frequency between seven and ten days. In winter season, 764 cuttings per m² in nine cuts were obtained with similar frequency. The propagation material obtained in the new technology was exceeded by 22% in relation to the production potential from conventional technology. The new technology proved to be more cost-effective to traditional technology at 89.10 pesos for each 10.0 of cuttings produced.

Key words: cutting, yield, technology.

INTRODUCCIÓN

La "semilla" es el aspecto más importante a tener en cuenta, expresó León-Velarde (2003) pues de ésta dependen en gran medida los rendimientos y calidad de las cosechas futuras.

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. Esta situación provoca que generalmente se emplee "semilla" procedente de campos de producción y cuando procede de estos, ya no tiene calidad, pues los mismos se cortan entre los cuatro y cinco meses para obtener tanto raíces tuberosas como esquejes. Por esta razón, en los momentos actuales, es muy importante que cada provincia, municipio y entidad productiva, establezca una estrategia de producción de "semilla",

que les permita garantizar el uso de esquejes de calidad para las plantaciones de producción.

Teniendo en cuenta que la tecnología de producción de bancos de semilla en boniato, es la única recomendada en el país desde hace 40 años, se necesita de nuevas tecnologías que permitan a los productores otras alternativas para la obtención de esquejes de alta calidad en este cultivo.

Es por esto que nos damos a la tarea de estudiar, otra alternativa para la producción rápida y eficiente de material de plantación en el boniato, que garantice mayor producción de esquejes y a su vez le proporcione al productor mayores rendimientos. Por todo lo anterior expuesto se trazaron los siguientes objetivos:

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), ubicado en los 22° 35' LN y 80° 18' LO a 40 msnm, municipio Santo Domingo, provincia Villa Clara, Cuba, durante el período comprendido entre los años 2008 y 2010 sobre un suelo Pardo mullido carbonatado (Hernández *et al.*, 1999). La localidad posee un régimen histórico anual de lluvias de 1 352 mm, con una humedad relativa del 80% y una temperatura media de 24,4 °C.

La investigación consistió en el montaje de cámaras de CRAS (Centro de Reproducción Acelerado de Semillas) durante las dos épocas del año (primavera e invierno). Las cámaras se conformaron con un área de 15,0m² (1,0m de ancho y 15,0m de largo). Se utilizaron raíces tuberosas del clon comercial "INIVIT B2-2005" cuyo peso osciló entre 80 y 115g, a razón de 15 - 20 kg/m², las que se taparon con una capa de sustrato de 3 a 5 cm. El sustrato utilizado consistió en una mezcla de capa vegetal y materia orgánica en una proporción 1:1. Se realizaron riegos ligeros en días alternos, para mantener la humedad constante en el sustrato. Los esquejes fueron cortados con cuchillos cuando presentaron las características adecuadas (de 25 a 30 cm de longitud y de seis a ocho hojas activas) y el número de cortes estuvo en dependencia de que los esquejes mantuvieran estas mismas características. Después de cada corte de esquejes se aplicó urea (46-0-0) por vía foliar en una concentración del tres por ciento para un total de 20 parcelas. Posteriormente de cortados los esquejes fueron llevados al campo donde se realizó un estudio para comparar el potencial de rendimiento de los esquejes

Objetivo General:

Definir una nueva tecnología para la producción de esquejes de boniato.

Objetivos Específicos:

1. Determinar la producción de esquejes por metro cuadrado.
2. Comparar el potencial productivo de los esquejes procedentes de la nueva tecnología con esquejes de la tecnología tradicional.
3. Evaluar la eficiencia económica de cada tecnología.

de ambas tecnologías, donde se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Evaluaciones realizadas en fase de vivero:

1. Producción de esquejes por m² (u)
2. Características de los esquejes de ambas tecnologías en el momento del corte

Evaluaciones realizadas en fase de campo:

1. Número de plantas en el momento de la cosecha (u)
2. Cobertura del campo por el follaje (días)
3. Rendimiento (t.ha⁻¹) y sus componentes

Análisis económico

Para realizar el cálculo de la efectividad económica de la tecnología en estudio, se empleó la metodología utilizada por Maza *et al.* (2007) donde se planteó la siguiente formulación:

Procedimiento para el cálculo de la Efectividad Económica.

$$E = G_n - G_b$$

$$E = (V_{pn} - C_{pn}) - (V_{pb} - C_{pb})$$

Donde:

E: Efectividad Económica

G_n: Ganancia bruta de la variante nueva

G_b: Ganancia bruta de la variante base (Tec. Tradicional)

V_{pn}: Valor de la producción de la variante nueva

V_{pb}: Valor de la producción de la variante base (Tec. Tradicional)

C_{pn}: Costos de producción de la variante nueva

C_{pb}: Costos de producción de la variante base (Tec. Tradicional)

Los costos de producción se determinaron en ambas tecnologías para un lote de semillas de 10000 esquejes.

Procesamiento estadístico de los datos experimentales En todos los casos se utilizó el paquete estadístico

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de plantadas las raíces tuberosas, los brotes comenzaron a emerger entre los cuatro a seis días y los esquejes estuvieron listos para el



Figura 1. Estado de desarrollo de los esquejes a los 22 días después de la plantación listos para realizar el primer corte

Vilaró *et al.* (2007), señalaron que en plantaciones realizadas en la Estación Experimental Las Brujas del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del Uruguay, los primeros brotes comenzaron a emerger aproximadamente al mes de plantado el almácigo. Estos autores señalaron que el momento del corte fue entre 50 y 60 días y dependerá de las temperaturas y de los riegos que se hayan podido hacer.

En los resultados obtenidos en cuanto a la producción de esquejes por m², se observó que el mejor tratamiento fue el calibre uno, o sea, el

SPSS versión 11.0.1. El análisis de los datos se realizó como experimentos en serie, se consideró como efectos principales los tratamientos, las réplicas de los bloques al azar y las épocas, además de las interacciones entre tratamientos y épocas. Para la posterior comparación de medias se utilizó la prueba HSD de Tukey.

primer corte a los 22 días, cuando alcanzaron una longitud entre 25 y 30 cm aproximadamente (Figuras 1 y 2).



Figura 2. Esquejes listos para plantar

comprendido entre 80 y 115g. Este calibre proporcionó en época de primavera, un total de 1 390 esquejes por m² en nueve cortes, con diferencias significativas al resto de los calibres, con una frecuencia entre cortes entre siete y diez días. De igual forma resultó también el calibre de 80-115g el de mejor resultado en la producción de esquejes por m² en la época de invierno, con diferencia significativa con el resto de los calibres estudiados excepto para el de 116 a 200g donde se obtuvo 764 esquejes por m² en nueve cortes (92 días desde la plantación hasta el último corte), con una frecuencia similar (Tabla 1).

Tabla 1. Producción de esquejes por metro cuadrado de los diferentes calibres estudiados durante las dos épocas del año

Calibres	Épocas		Media
	Invierno	Primavera	
1 (80-115)	764 de	1390 a	1077,00 a
2 (116-200)	606 ef	1148 b	877,00 b
3 (201-300)	544 fg	996 bc	770,00 b
4 (301-400)	436 gh	824 cd	630,00 c
5 (> 400)	328 h	732 de	530,00 c
Media	535,60 b	1018,00 a	
ES(Calibres)±0,28* ES(Epocas)±0,18* ES(Interacción)±0,40*			
CV(%)10,50			

* Medias con letras distintas difieren para $p \leq 0,01$, según prueba Tukey de HSD

Al comparar los indicadores de rendimiento de biomasa en los esquejes procedentes de ambas tecnologías (Tabla 2), se comprobó que el material de plantación procedente de la tecnología tradicional supera a la nueva tecnología de producción de semilla agámica en cuanto a peso de las hojas, peso de los pecíolos, peso del tallo, número de hojas, grosor del tallo y peso total del esqueje, con diferencias significativas entre ellas, en las dos épocas del año estudiada.

Tabla2. Características de los esquejes de ambas tecnologías, en el momento del corte

Tecnologías	Variables											
	Peso de los limbos(g)		Peso de los peciolo(g)		Peso del tallo(g)		Número de hojas(u)		Grosor del tallo (mm)		Peso total del esqueje(g)	
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P
Nueva tecnología	5,78b	6,88b	6,78b	6,73b	5,55b	5,45b	6,0b	5,75b	4,2b	4,9b	18,1b	19,1b
Tecnología tradicional	14,55a	15,68a	7,65a	9,43a	7,78a	8,13a	8,0a	8,25a	7,6a	8,1a	30,0a	32,2a
ES(Interacción)±	0,72*		0,57*		0,30*		0,28*		0,32*		1,19*	
CV (%)	19,11		21,38		12,86		11,24		13,54		13,43	

* Medias con letras distintas difieren para $p \leq 0,01$, según análisis de varianza de clasificación doble
 I - Época de invierno
 P- Época de primavera

Al evaluar el número de plantas en el momento de la cosecha en cada tecnología estudiada, se comprobó que cuando se realizó una buena plantación y buena agrotécnia al cultivo, se alcanzaron valores superiores al 98% de la

población inicial en ambas épocas del año en las plantaciones de esquejes de ambas tecnologías (Tabla 3).

Tabla3. Plantas en el momento de la cosecha en ambas tecnologías en las dos épocas del año

Tecnologías	Plantas en el momento de la cosecha		Media
	Épocas		
	Invierno	Primavera	
Nueva tecnología	58,25	50,00	54,13
Tecnología tradicional	58,25	49,75	54,00
Media	58,25 a	49,88 b	
ES(Tecnologías)±0,35ns ES(Épocas)±0,35* ES(Interacción)±0,50ns			
CV(%)1,86			

* No existe diferencia significativa entre variantes para $p \leq 0,05$ según prueba Tukey de HSD

Estos resultados difieren con los informados por Rodríguez (2010), quien después de realizar sus investigaciones concluyó que se obtiene mayor población en campo cuando se utilizó esquejes procedentes de la nueva tecnología en comparación con los obtenidos por la tecnología tradicional.

En lo que se refiere a la cobertura del campo por los esquejes de ambas tecnologías (Tabla 4), se comprobó que durante la época de invierno todas las parcelas alcanzaron el cierre a partir de los 48 días de plantadas, sin existir diferencias significativas entre ellas. En primavera, a partir de los 36 días ya estaban cubiertas las parcelas de ambos tratamientos, sin diferencias significativas entre ellos. Al comparar las dos épocas del año como promedio, si se observó diferencias significativas entre ellas, alcanzándose en primavera un cierre más rápido (alrededor de 10 días).

Estos resultados coinciden con los referidos por Morales (2002), quien aseguró que el cierre de parcela sucede entre los 30-35 días en época de primavera y 45-50 en invierno, consideró cerrada una parcela cuando el 75% del área está cubierta por el follaje de la planta.

En cuanto al rendimiento y sus componentes, los resultados demostraron que dentro de cada una de las dos épocas, el rendimiento de raíces tuberosas, el peso por raíz tuberosa, y el peso de raíces tuberosas por planta, presentaron diferencias significativas entre las dos tecnologías. Sin embargo

Tabla4. Cobertura del campo de cada momento de corte durante las dos épocas del año en ambas tecnologías

Tecnologías	Cobertura del campo (días)		Media
	invierno	primavera	
Nueva tecnología	48,00	36,00	42,00
Tecnología tradicional	48,00	35,75	41,88
Media	48,00 b	35,88 a	
ES(Tecnologías)±0,30ns ES(Epocas)±0,30* ES(Interacción)±0,42ns			
CV(%)2,02			

* No existe diferencia significativa entre variantes para $p \leq 0,05$ según análisis de varianza de clasificación doble

el número de raíces tuberosas por planta fue similar para ambas tecnologías y épocas (Tabla 5), lo que indicó una fuerte influencia del genotipo sobre este carácter. Esto refleja el elevado potencial de rendimiento del material de plantación procedente de la nueva tecnología, donde se alcanzaron valores superiores a los de los esquejes obtenidos a partir de la tecnología tradicional.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Rodríguez (2010), cuando realizó esta experiencia en el municipio de los Arabos, provincia Matanzas. Este autor obtuvo los mejores valores de número de raíces comerciales por planta, peso de raíces comerciales por planta, peso por raíz comercial y rendimientos con esta nueva tecnología de producción de semilla agámica con relación a la tecnología tradicional.

Los resultados del análisis económico se detallan a continuación:

$$E = G_n - G_b$$

$$E = (V_{pn} - C_{pn}) - (V_{pb} - C_{pb})$$

$$E = 89,10 \text{ pesos por } 10,0 \text{ miles de esquejes}$$

Los cálculos realizados mostraron que la nueva tecnología propuesta resultó económicamente más factible que la tecnología tradicional de producción de esquejes a partir de bancos de semillas (en las condiciones del INIVIT).

CONCLUSIONES

1. En pequeñas áreas de viveros se puede obtener un total de 1390 esquejes por m^2 en primavera y 764 esquejes por m^2 en invierno y de buena calidad productiva.
2. La nueva tecnología superó en un 22% a la tecnología tradicional o convencional en cuanto al potencial productivo de los esquejes.
3. El esqueje procedente de la nueva tecnología al momento del corte, es más fino que el esqueje tradicional y su peso es alrededor de los 18g en comparación con los 31g del esqueje tradicional para longitudes de 25 a 30 cm.
4. La nueva tecnología presentó una efectividad económica superior a la tecnología tradicional en 89,10 pesos por cada 10,0 miles de esquejes producidos.

Tabla5. Respuesta de las distintas variables de rendimiento procedentes de los esquejes de las dos tecnologías

Tecnologías	Epoca de invierno			Epoca de primavera				
	Número de raíces comerciales por planta(u)	Peso de raíces comerciales por planta(kg)	Peso por raíz comercial(kg)	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Número de raíces comerciales por planta(u)	Peso de raíces comerciales por planta(kg)	Peso por raíz comercial(kg)	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
Nueva tecnología	5,0 a	1,27 a	0,25 a	45,95 a	5,25 a	1,25	0,24 a	46,25 a
Tecnología tradicional	4,5 a	0,97 b	0,22 b	36,00 b	4,75 a	0,99 b	0,21 b	36,45 b
ES(Interacción)±	0,30ns	0,02*	0,01*	0,72*	0,30ns	0,02*	0,01*	0,72*
CV (%)	12,46	3,99	10,9	3,4	12,46	3,99	10,9	3,4

* Medias con letras distintas difieren para $p \leq 0,01$, según análisis de varianza de clasificación doble

RECOMENDACIONES

1. Introducir la nueva tecnología de producción de esquejes de boniato para "semilla" en las entidades agrícolas y pequeños agricultores del país.

8. RODRÍGUEZ, L. 2010. La producción de boniato (*Ipomoea Batata* l) Fuente: <http://www.monografias.com>.

BIBLIOGRAFÍA

1. HERNÁNDEZ A., ASCANIO, M.O., MORALES D.M., CABRERA, R.A. 1999. Correlación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba con las clasificaciones internacionales y nacionales: una herramienta útil para la investigación, docencia y producción agropecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INCA).

Recibido: //

Aceptado: //

2. LEÓN-VELARDE, C. 2003. Seminario sobre el cultivo de camote. Proyecto Camote. Instituto Superior de Agricultura. Santiago de los Caballeros, República Dominicana.

3. MAZA, N.; MORALES, A.; MORALES, LILIÁN; RODRÍGUEZ, S.; LIMA, M. y RODRÍGUEZ, DANIA. 2007. Estima del Nivel de Adopción e Impacto Económico de clones comerciales de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz) obtenidos por el programa de mejoramiento del INIVIT. Sitio WEB de la FAO www.fao.org/docrep y Sitio de la Biblioteca Virtual de la Representación en Cuba. <http://bva.fao.cu>.

4. MORALES T, A. 2002. Aspectos generales sobre el cultivo del camote (boniato) en Cuba / Alfredo M. T., E, N. Maza. En Manejo Integrado del Gorgojo del Camote o Tetuán del boniato, *Cylas formicarius* (Fab.), en Cuba. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP). P: 1-11.

5. MORALES, T. A. 2006. Estrategia para la Producción de "Semilla" de Boniato, 10pp.

6. MORALES, T, A. 2008. Informe sobre la visita efectuada a la República Popular China como parte del proyecto de investigaciones conjuntas en el cultivo del boniato. Ministerio de la Agricultura. La Habana. 14 pp.

7. VILARÓ, F; RODRÍGUEZ, G; VICENTE, E; SPINA, W. 2007. Material de plantación: cosecha y poscosecha. 4ta. JORNADA del CULTIVO DE BONIATO. INIA Las Brujas. Uruguay.