

## Nota Técnica

# EL TAMAÑO DEL POTE EN LA PRODUCCION DE SEMILLA PRE-BASICA DE PAPA EN INVERNADERO<sup>1</sup>

Miguel Barquero\*, Luis Gómez\*, Arturo Brenes\*, Roberto Valverde<sup>2\*</sup>

**Palabras clave:** mini tubérculo, semilla pre-básica, papa, producción en invernadero, vitropianta, tamaño del pote.

## RESUMEN

Con el fin de cuantificar el efecto del tamaño del pote en la producción de semilla pre-básica de papa o "mini tubérculo" en invernadero, se evaluó potes de 1.8 y 3.0 L para determinar el número y el peso de los tubérculos producidos del cultivar Floresta. Se sembró 2 vitropiantas por pote. En el pote de 3 L se produjo un 42% de tubérculos mayores a 10 g, mientras que en el pote de 1.8 L solo se produjo un 7%. Con respecto al número total de tubérculos por volumen, se determinó que este es mayor en los potes de 1.8 L y que no hay diferencias en la cantidad de tubérculos por pote. También se encontró que en los potes pequeños se producen más tubérculos/m<sup>2</sup> que en los grandes (relación de 3:1).

## INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es el cuarto alimento más importante del mundo, superado únicamente por el arroz, la avena y el maíz en términos de producción total de alimento. Tiene la capacidad de producir más energía y

## ABSTRACT

**Pot size on the production of pre-basic potato seed under greenhouse conditions.** 1.8 and 3.0 L pots were used to quantify the effect of pot size on pre-basic (minituber) potato, var. Floresta seed production under greenhouse conditions. Tuber number and weight was evaluated. In 3.0 L pots 42% of the tubers were bigger than 10 g, whereas only 7% of the same weight were obtained in 1.8 L pots. Even though the number of tubers per volume was higher in the 1.8 L pots, statistically there was no difference in the amount of tubers per pot. Also, it was found that 1.8 L pots produce more tubers/m<sup>2</sup> than the 3.0 L pots.

proteínas por unidad de área que cualquier otro alimento y crece favorablemente en regiones templadas, sub-tropicales y tropicales (Brenes 2000).

En Costa Rica, la producción de papa por unidad de área se ubicó como la tercera de América Latina entre los años 1995 a 1998 (Ñustez

1/ Recibido para publicación el 22 de marzo del 2001.  
2/ Autor para correspondencia. Correo electrónico: robertov@cariari.ucr.ac.cr

\* Laboratorio de Biotecnología de Plantas, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Apdo. 2060-San Pedro. San José, Costa Rica.

1999). Su cultivo se concentra en 2 zonas principales: Cartago y Zarcero, con un área de siembra aproximada de 2581 ha entre los años de 1994 a 1997 y un rendimiento promedio de 23 ton/ha. Por sus excelentes cualidades nutritivas y por las muchas formas en que se puede preparar, la papa ocupa en la dieta de los costarricenses el tercer lugar en cuanto a consumo por persona, después del arroz y los frijoles. Su consumo oscila entre 16.5 y 21.0 kg/persona/año (Jiménez et al. 1998).

Uno de los problemas que enfrentan los productores de papa en Costa Rica es la limitación en la disponibilidad de semilla de buena calidad. La producción de semilla de papa se concentra principalmente en un sistema informal (sin controles de calidad), el cual representa un 90% de la demanda de semilla; mientras que el restante 10% se comercializa a través de un sistema de certificación de semilla (ONS 1996). Además, se estima que la demanda insatisfecha de semilla de papa es de 3426 cargas/año (1 carga=18 qq) (Barboza 2001). Este panorama dificulta el desarrollo de la producción y la obtención de materiales mejorados y de buena calidad.

La producción de semilla pre-básica en invernaderos representa para los semilleristas y productores, una buena alternativa para resolver la demanda de semilla a escala nacional e incluso competir en los mercados internacionales. Sin embargo, un sistema eficiente de producción necesita incrementos del número de tubérculos por planta o por unidad de área, de tal forma que el costo de producción se reduzca y a la vez se produzcan tubérculos de tamaños adecuados según el interés: semilla Elite (<5 g) para ser sembrada en invernaderos o semilla para sembrar en el campo (>15 g).

El sistema de producción de semilla de papa en invernadero en Costa Rica emplea plántulas producidas en laboratorio, libres de los principales virus, plagas y enfermedades que afectan al cultivo y, potes plásticos de diferente tamaño. Bandara y Tanino (1995) indican que en potes de 1.5 L el número de tubérculos por planta para la variedad Norland y Russet Burbank fue igual que para potes de 1.0 L. En un estudio posterior, estos mismos autores (Bandara y Tanino 1998) encontraron que potes mayores a 1.5 L

no favorecen la producción de mayor cantidad de tubérculos en las mismas variedades.

En Costa Rica no existe información escrita acerca del efecto del tamaño del pote sobre el número y tamaño de los tubérculos de papa producidos. Tampoco existe un paquete tecnológico, bien definido, de producción de semilla de papa en invernadero. De tal manera que el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de 2 tamaños de pote, 1.8 y 3.0 L de capacidad, sobre el número y peso de los tubérculos de papa de la variedad Floresta, en condiciones de invernadero, a partir de plantas producidas *in vitro*.

## MATERIALES Y METODOS

### Material vegetal

La multiplicación del material vegetal se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de Plantas del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA). Las plántulas de papa (*Solanum tuberosum* cv. Floresta) se micropropagaron mediante el cultivo de nudos, en el medio de cultivo de Murashige y Skoog (1962); suplementado con 2 mg/L de pantotenato de calcio; 8.0 g/L de agar y un pH de 5.7 (antes del autoclavado). El medio (30 ml) se dispensó en frascos de vidrio de 170 ml, los que se cubrieron con tapas magenta®. Las plántulas permanecieron 22 días bajo un fotoperíodo de 12 h y una temperatura 23±2°C.

### Acclimatización

El experimento se realizó en un invernadero con techo de fibra de vidrio, localizado en San Juan de Chicué, provincia de Cartago. A una altura de 2850 msnm, una temperatura promedio de 15°C y una humedad relativa del 80%.

Las vitroplantas de 3 semanas de edad fueron llevadas al invernadero donde se sembraron en potes plásticos de 2 diferentes tamaños: 1.8 L (12.5 cm profundidad, #300) y 3.0 L (20 cm profundidad, #600) de capacidad. Para evitar la deshidratación de las plántulas, cada pote fue cubierto en su parte superior con plástico transparente, el cual se sujetó con una banda elástica (Figura 1) durante 5 días. El sustrato que se utilizó fue un suelo franco virgen (extraído de la zo-



Fig. 1 Etapa inicial de la aclimatación de las vitroplantas.

na boscosa del lugar). Los pots se fertilizaron siguiendo el programa establecido por el productor, que consistió básicamente en una aplicación foliar semanal de fertilizante 15:15:15 y 20 g del fertilizante 10:30:10 diluido en 1 L de agua y aplicado al suelo 15 días después de la siembra. El sistema de riego fue manual y se realizó 3 veces por semana.

El experimento contó con 2 tamaños de pote como tratamientos, 67 repeticiones y 2 vitroplantas por pote. La unidad experimental fue el pote y el diseño experimental fue de parcelas independientes. Después de 4 meses, cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica, se evaluó el efecto del tamaño del pote sobre el número y el peso de los tubérculos, analizando los datos mediante una prueba de T. Además, se clasificó la producción total por tratamiento en 4 categorías de peso: 0-10, 10-20, 20-30, >30 g.

## RESULTADOS

El efecto del tamaño del pote sobre el número y el peso de los tubérculos de la variedad Floresta se presenta en el Cuadro 1. El número de tubérculos fue similar en ambos tamaños de pote. Sin embargo, al determinar el número de tubércu-

los por unidad de volumen, el pote de 1.8 L es significativamente mayor al de 3 L ( $P \leq 0.05$ ). Por otra parte, el peso de tubérculos fue significativamente mayor ( $P \leq 0.05$ ) para el pote de 3 L, pero al hacer la comparación por volumen no existe diferencia. Es importante mencionar, que el número de tubérculos por área fue 3 veces mayor en los pots de 1.8 L en comparación con los pots de 3 L.

Al categorizar los tubérculos según su peso (Figura 2), se observó que la producción de los tubérculos en los pots de 3 L tiene un comportamiento más variable (más tubérculos por categoría), donde a medida que aumenta el peso del tubérculo disminuye su frecuencia. Los pots de 3 L produjeron un 42% de tubérculos con un peso mayor a 10 g, mientras que los pots de 1.8 L únicamente un 7%.

## DISCUSION

En el presente estudio se determinó que el tamaño del pote no influye significativamente sobre la cantidad de tubérculos formados por pote, pero que si existe una diferencia cuando se calcula el número por volumen. Esto indica que morfológicamente, el desarrollo y crecimiento del estolón, la inhibición de la elongación del mismo y el engrosamiento de su extremo no se ven afectados por las dimensiones del pote. Además, que posiblemente las condiciones que controlan la inducción de la tuberización como: el contenido de carbohidratos, el fotoperíodo, la fertilización nitrogenada, la temperatura y el balance de los reguladores de crecimiento resultaron ser óptimos para la ocurrencia de la tuberización de las plantas ubicadas en los recipientes (Wheeler y Tibbitts 1986, Balamani et al. 1986).

Cuadro 1. Efecto de pots de 1.8 L y 3 L, sobre el número y peso de tubérculos de la variedad Floresta en invernadero.

Tratamiento	Número de tubérculos		Número tubérculos/volumen	Peso de los tubérculos (g)		Peso tubérculos/volumen
	Total	Pote		Total	Pote	
Pote 1.8 L	1151	17±4	639	5852	87±16	3251
Pote 3.0 L	1231	18±5	410	9999	149±45	3333

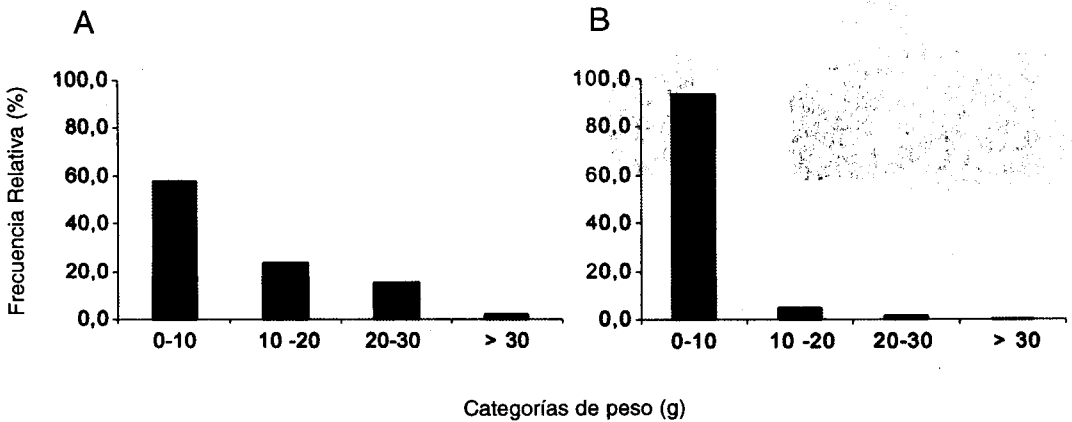


Fig. 2 Frecuencia del peso de los tubérculos producidos por la variedad Floresta: A) potes de 3 L y B) potes de 1.8 L.

En un estudio similar realizado por Bandara y Tanino (1995), ellos determinaron que en potes de 1.5 L es donde se obtiene una mayor cantidad y peso de los tubérculos, en comparación con potes de 1 L. Posteriormente, en un nuevo estudio, los mismos autores, no encontraron diferencias para las variables cantidad y peso de los tubérculos cuando ensayaron con potes de 1.5 y 3.0 L. Concluyendo que tamaños de pote superiores a 1.5 L no incrementan significativamente el número y tamaño de los tubérculos. El segundo estudio de estos investigadores concuerda parcialmente con nuestros resultados, pues evidentemente el tamaño del pote no afecta el número de tubérculos por pote; sin embargo, nuestro estudio presenta evidencia clara, con respecto al efecto del tamaño del pote sobre el peso de los tubérculos.

Los resultados revelan que el número de tubérculos con pesos mayores a 10 g aumenta conforme es más grande el tamaño del pote. Si se toma en cuenta que la variable peso está influenciada, como menciona Pozo (1997), por factores como: la duración del período de crecimiento, el crecimiento del tubérculo por día, el número de tallos principales y el número de tubérculos por tallo. Pareciera entonces, que el número de tubérculos por tallo y el número de tallos por planta no varió y que la variación en el peso de los tubérculos está posiblemente influenciada por el crecimiento del tubérculo por día, el cual

es mayor en los potes de 3 L, debido a que las plantas fueron más vigorosas y por lo tanto la cantidad de fotoasimilados que se translocan al tubérculo son mayores. Observación que resulta concordante con lo obtenido por Peña (1990), quien reporta resultados similares cuando realizó trabajos para evaluar el impacto del tamaño del pote sobre el crecimiento de plantas de ñampí (*Colocasia esculenta* var *Antiquorum*); donde se demostró que el tamaño del pote está directamente relacionado con el peso seco de los cormos, las raíces, los pecíolos y las hojas.

Para efectos de la presente investigación, el tipo de sustrato y condiciones como la fertilización y el riego podrían ser otros factores que estén influyendo en el peso final de los tubérculos, la evaluación de estas condiciones no fue parte del ensayo. Sin embargo, es claro que el crecimiento y el desarrollo de las raíces en las plantas sembradas en potes, depende de la disponibilidad de recursos como: el agua, los nutrientes, el oxígeno y el CO<sub>2</sub> (Iersel 1997). La limitación de estos recursos, puede ser causada por restricciones en la cantidad disponible de nutrientes o por una alta densidad de raíces, dentro del pote, que limitan el espacio aéreo en el sustrato, causando condiciones anaeróbicas que reducen la actividad radical (NeSmith 1998).

Por su parte la nutrición de las plantas sembradas en potes se ve afectada por condiciones directas e indirectas, donde la reducción del

volumen del pote tiene un efecto directo en la reducción del largo y el área superficial de la raíz capaz de absorber nutrimentos, e indirecto en la capacidad del sustrato de suministrar adecuadamente agua y nutrimentos. En ensayos donde se evaluó el efecto de concentraciones crecientes de N y P, sobre plantas sembradas en un mismo tamaño de pote, se observó un incremento en el peso de raíz y tallo. Lo mismo sucedió cuando se aumentó el volumen del pote, pero se mantuvo constante la concentración de N y P (Bart-Tal 2000).

En resumen, es evidente que el tamaño del pote no influyó sobre el número de tubérculos producidos por pote; pero afectó su peso. Tubérculos de mayor peso se obtuvieron en potes de 3 L. El número de tubérculos por área, sin embargo, fue mayor en los potes de menor tamaño (1.8 L), ya que el número total de tubérculos por volumen fue de 639 en los potes de 1.8 L en comparación con los 410 producidos en los potes de 3 L. Si se busca la producción de semilla del tipo "Elite" (<5 g); se puede hacer un uso más eficiente del espacio al utilizar potes pequeños y obtener un mayor número de tubérculos. Si por el contrario el objetivo es la producción de semilla pre-básica para siembra directa en el campo con el propósito de obtener semilla básica o registrada, lo aconsejable sería la utilización de potes de mayor tamaño sacrificando la producción por unidad de área.

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue financiado por la Comisión Europea a través del proyecto INCO-DC: Exploitation of the genetic biodiversity of wild relatives for breeding potatoes with sustainable resistance to late blight (*Phytophthora infestans*).

## LITERATURA CITADA

BALAMINI V.; VELUTHAMBI K.; POOVAIAH B.W. 1986. Effect of calcium on tuberization in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant. Physiol.* 80:856-858.

BANDARA M.S.; TANINO K.K. 1995. Paclobutrazol enhances minituber production in Norland potatoes. *J. Plant Growth Regul.* 14:151-155.

BANDARA M.S.; TANINO K.K.; WATERER D.R. 1998. Effect of pot size and timing of plant growth regulator treatments on growth and tuber yield in greenhouse-grown Norland and Russet Burbank potatoes. *J. Plant Growth Regul.* 17:75-79.

BART-TAL A. 2000. The significance of root size for plant nutrition in intensive horticulture. *In: Mineral nutrition of crops; fundamental mechanisms and implications.* Ed. by Zdenko Rengel. New York, Food Products Press. p. 115-139.

BARBOZA S. 2001. Situación de la producción y comercialización de semilla de papa en Costa Rica. *In: Foro Nacional de Papa: Situación y oportunidades del cultivo de la papa en Costa Rica hacia el 2005.* San José, Costa Rica. Memorias. 33 p.

BRENES A. 2000. Introgression of late blight resistance from *Solanum* wild species into *S. tuberosum* breeding lines. Thesis. Ph.D Tübingen University. Von, Germany. 191 p.

IERSEL M. 1997. Root restriction effects on growth and development of salvia (*Salvia splendens*). *HortScience* 32(7):1186-1190.

JIMENEZ G.K.; QUIROS A.J.; RETANA A.S.; VARGAS R.R.; VILLALOBOS G.R.; VILLALOBOS U.D. 1998. Análisis de los sistemas de comercialización de la papa en las zonas de mayor producción en Costa Rica. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Administración de Negocios, Universidad de Costa Rica. p. 27-52.

ÑUSTEZ E.C. 1999. The current status of late blight in Latin America. *In: Late blight: a threat to global food security.* Global initiative on late blight (GILB). Vol. 1, conference March 16-19. Quito, Ecuador. p. 29-33.

NESMITH D.S.; DUVAL J.R. 1998. The effect of container size. *HortTechnology* 8(4):495-498.

OFICINA NACIONAL DE SEMILLAS (ONS). 1996. Memoria. San José, Costa Rica. 87 p.

PEÑA C.L. 1990. Evaluación del tamaño del pote y el intervalo de riego en el desarrollo de plantas madre de ñampi (*Colocasia esculenta* var. *Antiquorum*) bajo condiciones de invernadero. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. 73 p.

POZO M.C. 2000. Tuberización, tamaño de la semilla y corte de tubérculos. *In*: Producción de tubérculos-semilla de papa, manual de capacitación. CIP. Lima, Perú. Fascículo 2.3. 18 p.

WHEELER R.M.; TIBBITTS T.W. 1986. Growth and tuberization of potato (*Solanum tuberosum* L.) under continuous light. *Plant Physiol.* 80:801-804.