

# EVALUACION DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y EL TAMAÑO DEL TUBERCULO SEMILLA EN LA PRODUCCION DE SEMILLA BASICA DE PAPA CRIOLLA, VARIEDAD «YEMA DE HUEVO» (*Solanum phureja* Juz. et Buk.)

Effect of plant density and tuber-seed size in basic seed production of creole potato «yema de huevo» cultivars (*Solanum phureja* Juz. et Buk.)

Jose M. Cotes T.<sup>1</sup>, Carlos E. Núñez L.<sup>2</sup> y Javier I. Pachón<sup>3</sup>

## RESUMEN

La producción de semilla básica es fundamental en la cadena de producción de semillas de alta calidad. En *Solanum phureja* Juz. et Buk., los factores densidad de siembra y tamaño de tubérculo semilla óptimos para su producción no han sido evaluados hasta el momento. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar estos dos factores en condiciones de la Estación Experimental San Jorge ICA. La investigación se realizó bajo un Diseño en Bloques Completos al Azar con arreglo factorial 4 x 3. Se encontró que las distancias entre plantas evaluadas (15; 20; 25 y 30 cm) no afectan la producción de semilla por unidad de área y que la utilización de tubérculos-semilla entre 1,27 y 2,00 cm de diámetro es la más recomendada.

**Palabras Claves:** Tasa de multiplicación, fisiología de cultivos, competencia.

## ABSTRACT

The production of basic seed is a very important factor, for the seed production chain looking for high quality. The sowing density and the tuber size have not been researched for *Solanum phureja* Juz. et Buk. The evaluation of these factors was conducted at Experimental Center San Jorge - ICA. Randomized Complete Block Design with factorial array (4x3) was used in this assay. It was found that the distance among plants (15; 20; 25 and 30 cm) did not modify the seed production per unit of area. The tuber diameter between 1,27 to 2,00 cm, is the best choose in production of basic seed.

**Key words:** Multiplication rate, plant physiology, competition.

## INTRODUCCION

La densidad de tallos afecta el rendimiento, pues es determinado por el número y tamaño de los tubérculos. El número de tubérculos que empiezan a crecer depende de la competencia que existe entre los tallos. A menor densidad se obtiene un mayor número de

tubérculos por tallo y a mayor densidad se incrementa la producción, pero se disminuye el tamaño y número de los tubérculos por tallo (Wiersema, 1981).

Arias *et al.* (1996) encontraron que, para distancias entre surcos menores a un metro, se incrementaron, significativamente, el peso total de los tubérculos, pero se redujo el tamaño promedio de éstos y, además, se obtuvo mayor número (cantidad) y peso de los tubérculos de tercera. Fedepapa (1996) encontró que la mejor producción de papa gruesa, pareja y total correspondió al tratamiento de un tubérculo semilla por sitio (tamaño mediano), cada 0,20 m entre plantas por 1,0 m entre surcos. Ivins y Bremner (1965) sugieren que la tasa (rata) de desarrollo por tallo varía inversamente con el número de tallos por tubérculo semilla.

Wiersema (1981) define la densidad de tallos como el número de tallos por unidad de área. La planta proveniente de tubérculo semilla está formada por un conjunto de tallos aéreos y subterráneos y cada tallo crece y se comporta como una planta individual. En consecuencia, la densidad de un cultivo de papa está definida por el número de plantas por unidad de área y el número de tallos aéreos por planta. Bustos *et al.* (1996) encontraron que la densidad de tallos se incrementa cuando se disminuye la distancia entre plantas y entre surcos, hallando una relación directamente proporcional entre el número de ojos sembrados por m<sup>2</sup> y la densidad de tallos y, paralelamente, al aumentar la densidad se incrementa el número y peso de tubérculos de tercera.

La tasa de multiplicación es una variable importante en los sistemas de producción de semilla. Esta se define como el número de tubérculos cosechados por cada tubérculo semilla (Wiersema, 1981). Según Bustos *et al.* (1996), la tasa de multiplicación se ve afectada, en forma significativa, por la distancia entre plantas, no así por la distancia entre surcos. Distancia entre plantas mayores a 0,2 m aumenta la tasa de multiplicación.

En la actualidad, no existen estudios agrónomos sobre la producción de semilla básica en papa criolla. Así, este trabajo de investigación pretendió resolver problemas básicos de tipo agrónomo, como es el caso de la densidad de siembra y el tipo de tubérculo semilla para utilizar y para producir semillas básicas de alta calidad del cultivar yema de huevo.

<sup>1</sup> Instructor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. E-mail: jmcotes@paua.net

<sup>2</sup> Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. E-mail: cnunez@hincit@usc.unal.edu.co

<sup>3</sup> Científico Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental San Jorge del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), ubicada a una altura de 2.800 msnm. El genotipo utilizado en el trabajo fue el denominado «clon 1» de la especie *Solanum phureja* Juz. et Buk.), conocido comúnmente como «papa criolla». Se aplicaron 1000 kg/ha de Calfos Paz del Río y 500 kg/ha de 10-30-10 al fondo del surco en el momento de la siembra. Durante el desarrollo del cultivo, se realizaron dos aplicaciones de Dithane M45, para el control de goma (*P. infestans*).

Las variables evaluadas fueron: Número de tubérculos totales por m<sup>2</sup> (NT), número de tubérculos menores de 2 cm de diámetro por m<sup>2</sup> (N3), número de tubérculos entre 2 y 4 cm de diámetro por m<sup>2</sup> (N2), número de tubérculos entre 4 y 6 cm de diámetro por m<sup>2</sup> (N1), y número de tubérculos mayores de 6 cm de diámetro por m<sup>2</sup> (N0). Además, se calculó la tasa de multiplicación para cada una de las variables anteriores (TM, TM3, TM2, TM1 y TM0, respectivamente).

Se empleó un diseño en Bloque Completamente al Azar con arreglo factorial (4 x 3) y tres repeticiones, utilizando, como criterio para realizar los bloques, la pendiente del terreno. El primer factor fue el diámetro del tubérculo (1,27; 2,00 y 4,00 cm) y el segundo la densidad de siembra (15; 20; 25 y 30 cm). La combinación de los anteriores factores permitió obtener 12 tratamientos. La unidad experimental estuvo constituida por cuatro surcos de cinco metros de largo, espaciados un metro. Los surcos efectivos de cosecha fueron los dos centrales, obteniendo, así, un área efectiva de 10 m<sup>2</sup>.

Se realizó el análisis estadístico correspondiente al diseño experimental planteado, con su respectivo ANOVA y prueba de comparación múltiple (Duncan) para las variables de número de tubérculo. Según Cotes *et al.*, (1999), la tasa de multiplicación es función de la producción por metro cuadrado. Así, para las condiciones de este experimento, la fórmula para obtener la tasa de multiplicación es:  $TM = (Prod/m^2) * 1,0 * D$  donde D es la distancia entre planta en cm. En este experimento, la producción por m<sup>2</sup> es estimada por:  $Y_{ijk} = \mu + p + D + \sigma_e * (D * \sigma) + \epsilon_{ijk}$ , donde  $\mu$  es la media general,  $p$  es el efecto de tratamiento, D es el efecto de la distancia entre plantas,  $\sigma_e$  es el efecto del diámetro del tubérculo semilla y  $\epsilon_{ijk}$  es el error experimental. Por lo tanto, a partir de la estimación que realice el modelo estadístico, basado en medias, se calculó la tasa de multiplicación estimada.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Variables de producción

Los tubérculos se cosecharon a los 152 días después de siembra, periodo considerado tardío teniendo en cuenta, como referencia que, Fedepapa (1988) reportó 120 días después de la siembra como periodo vegetativo para *S. phureja*, y Rodríguez *et al.*, (1993), en pruebas realizadas en la Estación Experimental San Jorge, encontraron 144 días. Esto puede ser debido al pequeño tamaño (diámetro) del tubérculo semilla utilizada, lo cual hace el desarrollo del cultivo más lento.

Para el análisis de la información, se realizó la transformación raíz cuadrada a todas las variables de número de tubérculos. En las variables número de tubérculos totales (NT), número de tubérculos entre 2 y 4 cm de diámetro (N2) y número de tubérculos entre 4 y 6 cm de diámetro (N1) ninguno de los dos factores (distancia

entre plantas y tamaño del tubérculo semilla) presentaron efecto sobre las variables evaluadas. Por ello, bajo las condiciones de la Estación Experimental San Jorge, se puede escoger la alternativa de 1,30 m entre surcos y 30 cm entre plantas, utilizando tubérculo semilla con un diámetro entre 1,27 y 2,00 cm, la cual presenta los menores costos y requiere la menor cantidad de tubérculo-semilla probásico.

Para las variables número de tubérculos menores de 2 cm de diámetro (N3) y número de tubérculos mayores de 6 cm (N0), se encontraron diferencias significativas al 5% para el factor tamaño del tubérculo semilla. Al realizar la comparación de medias (Cuadro 1), se encontró que la mayor cantidad de tubérculos menores de 2 cm de diámetro (N3) se obtiene cuando el tamaño del tubérculo semilla está entre 4 y 6 cm de diámetro (el de mayor tamaño evaluado) y la mayor cantidad de tubérculos mayores de 6 cm de diámetro (N0) se obtiene cuando el tamaño del tubérculo semilla está entre 1,27 y 2,00 cm de diámetro (pequeños).

Cuadro 1. Prueba de Duncan para el promedio del número de tubérculos (Transformación  $\sqrt{x}$ ).

DIAMETRO TUBERCULO COSECHADO (cm)	DIAMETRO TUBERCULO SEMILLA (cm)	TUBER. POR m <sup>2</sup> (Promedio de 3 rep.)	DUNCAN *
4	1,27	1,008	A
	2,00	1,460	BC
	4,00	1,697	B
2	1,27	1,175	A
	2,00	2,016	B
	4,00	2,038	B

El comportamiento del número de tubérculos por m<sup>2</sup>, según su clasificación por diámetro, con respecto a las densidades evaluadas evidencia, claramente, que la distancia de siembra no afecta el número de tubérculos para obtener, corroborando, así, los resultados estadísticos obtenidos (Figura 1).



Figura 1. Media del número de tuberculos, según su clasificación por diámetro, para diferentes densidades de siembra.

En el experimento de campo, se encontró que los tubérculos semilla entre 4 y 6 cm de diámetro producen mayor proporción de tubérculos de tercera (menores de 2 cm de diámetro) que los demás tratamientos. Esto puede deberse a que los tubérculos semilla más grandes tienen mayor número de yemas (ojos) y, por lo tanto, de tallos por unidad de área (Bustos *et al.*, 1996), aumentando, así, la densidad y este efecto explica el mayor número de tuberculos de tercera (menores de 2 cm de diámetro). El caso contrario lo encontramos con los tubérculo semilla pequeños (1,27 y 2,00 cm de diá-

metra), los cuales tuvieron mayor producción de tubérculos de primera, debido a la densidad de siembra, pues al tener menor número de yemas producen menos tallos y, por lo tanto, la densidad es baja, disminuyendo la competencia y aumentando la capacidad de la planta para llenar una mayor proporción de tubérculos de primera (entre 4 y 6 cm de diámetro).

### Tasas de multiplicación

Debido a que para las variables número de tubérculos totales (NT), número de tubérculos entre 4 y 6 cm de diámetro (N1) y número de tubérculos entre 2 y 4 cm de diámetro, el modelo estadístico (R.C.A.) no arrojó diferencias significativas, la tasa de multiplicación para estas categorías de tubérculos cosechados (Figura 2) se basa en la utilización de la media general, así ( $D =$  Distancia entre plantas):

$$TMT = (7,8077^2) * 1,0 * D$$

$$TM1 = (4,9374^2) * 1,0 * D$$

$$TM2 = (3,3725^2) * 1,0 * D$$

En el caso de las variables número de tubérculos mayores de 6 cm de diámetro (N0) y menores de 2 cm (N3), al encontrar diferencias estadísticas para el tamaño del tubérculo semilla, la tasa de multiplicación se obtiene, tomando como base, el promedio de producción para cada uno de ellos, así:

Tubérculos mayores de 6 cm de diámetro (N0) (Figura 3).

$$TM0 = (5,1426^2) * 1,0 * D \text{ para tubérculo semilla entre 4 y 6 cm de diámetro.}$$

$$TM0 = (4,4519^2) * 1,0 * D \text{ para tubérculo semilla entre 2 y 4 cm de diámetro.}$$

$$TM0 = (4,3456^2) * 1,0 * D \text{ para tubérculo semilla entre 1,27 y 2 cm de diámetro.}$$

En el caso de las variables número de tubérculos mayores de 6 cm de diámetro (N0) y menores de 2 cm (N3), al encontrar diferencias estadísticas para el tamaño del tubérculo semilla, la tasa de multiplicación se obtiene, tomando como base, el promedio de producción para cada uno de ellos, así:

Tubérculos mayores de 6 cm de diámetro (N0) (Figura 3).

$$TM0 = (5,1426^2) * 1,0 * D \text{ para tubérculo semilla entre 4 y 6 cm de diámetro.}$$

$$TM0 = (4,4519^2) * 1,0 * D \text{ para tubérculo semilla entre 2 y 4 cm de diámetro.}$$

$$TM0 = (4,3456^2) * 1,0 * D \text{ para tubérculo semilla entre 1,27 y 2 cm de diámetro.}$$

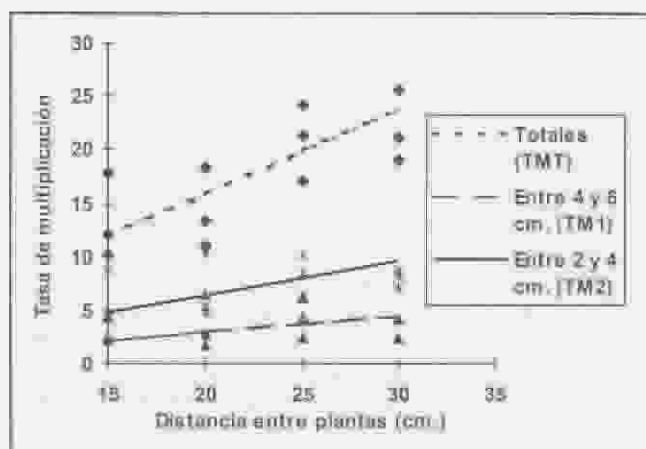


Figura 2. Tasa de multiplicación para los tubérculos cosechados, clasificados según su diámetro a diferentes distancia entre plantas.

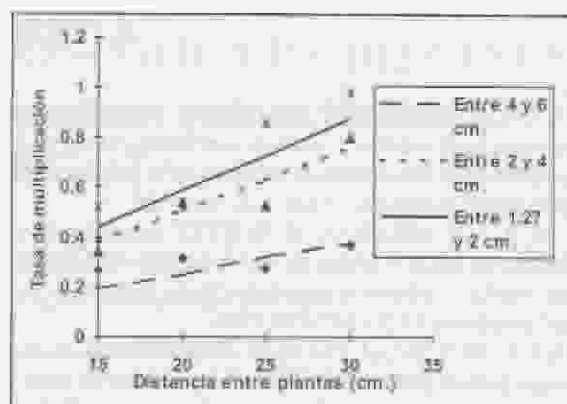


Figura 3. Tasa de multiplicación para distintos diámetros de tubérculo semilla, a diferentes distancias entre plantas en la producción de tubérculos mayores de 6 cm (TM0).

Tubérculos menores de 2 cm de diámetro (N3) (Figura 4).

$$TM3 = (0,9987^2) * 1,0 * D \text{ para tubérculo semilla entre 4 y 6 cm de diámetro.}$$

$$TM3 = (1,4025^2) * 1,0 * D \text{ para tubérculo semilla entre 2 y 4 cm de diámetro.}$$

$$TM3 = (1,5079^2) * 1,0 * D \text{ para tubérculo semilla entre 1,27 y 2 cm de diámetro.}$$

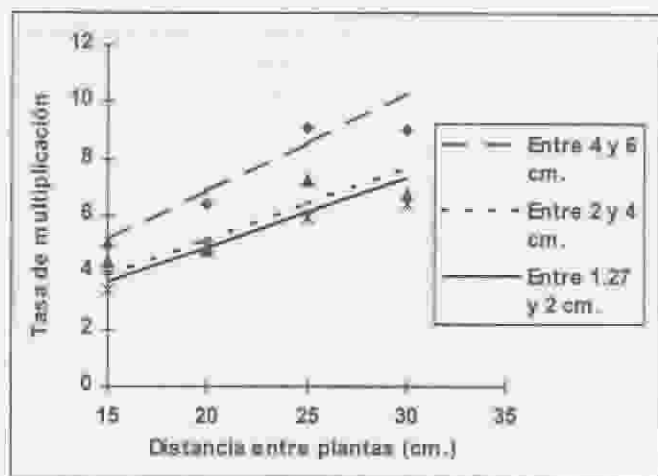


Figura 4. Tasa de multiplicación para distintos diámetros de tubérculo semilla, a diferentes distancias entre plantas en la producción de tubérculos menores de 2 cm (TM3).

Las conclusiones, para la tasa de multiplicación y para las variables de producción de tubérculos, se relacionan directamente y, como vemos, la tasa de multiplicación es función lineal de la distancia entre plantas, pues a mayor distancia entre plantas mayor es la tasa de multiplicación. La correlación se presenta, también, para todos los tamaños del tubérculo semilla, comportándose la tasa de multiplicación igual que las variables de producción, donde tubérculo semilla grande (entre 4 y 6 cm de diámetro) produce mayor número de tubérculos pequeños (menores de 2 cm de diámetro) y viceversa.

De esta manera, se consolida, como resultado más importante de esta investigación, que el utilizar una distancia de 30 cm entre plantas y tubérculo semilla (prebásico) con un diámetro entre 1,27 y 2,00 cm es la mejor alternativa para optimizar la tasa de multiplicación y el número de tubérculos por unidad de área.

## LITERATURA CITADA

- ARIAS, V. E., P. BUSTOS y C. E. ÑUSTEZ. Evaluación del rendimiento en papa criolla (*S. phureja*) variedad «Yema de huevo» bajo diferentes densidades de siembra en la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana* 13 (2): 152-161. 1996.
- BUSTOS, P., V.E. ARIAS, y C. E. ÑUSTEZ. Interrelación entre la densidad de tallos y la tasa de multiplicación de tubérculos en papa criolla (*S. phureja*) variedad «Yema de huevo». *Agronomía Colombiana* 13 (2): 162-198. 1996.
- COTES, J., C. ÑUSTEZ, e I. PACHON. Establecimiento de una metodología para la producción de semilla prebásica de papa criolla variedad «yema de huevo» (*Solanum phureja* Juz. et Buk.) a partir de minitubérculos. *Agronomía Colombiana* 16 (1-3): 5-12, 1999.
- FEDEPAPA. La papa criolla una alternativa agroindustrial. Boletín Informativo 10:3. Bogotá. 1988.
- FEDEPAPA. Evaluación de distancias de siembra y número de tubérculos semilla por sitio en la producción de papa criolla. *Memorias II Simposio de Papa Criolla*. Bogotá. 1996.
- IVINS, J. D. y P. M. Brenner. Growth, development and yield in the potato. *Outlook Agric.* 4: 211 - 217. 1965.
- RODRIGUEZ, M y C. Torres. Estudio de los factores que determinan el patrón de precocidad en papa *S. tuberosum* Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Bogotá. 1993.
- WIERSEMA, S. G. Efectos de la densidad de tallos en la producción de papa. *Boletín de información técnica* No 1. Centro Internacional de la Papa. (CIP) Lima, Perú. 16 p. 1981.