

SOBREVIVENCIA DE ESQUEJES DE TALLO LATERAL DE GENOTIPOS DE *Solanum phureja*

Fecha de recepción: 15 de agosto de 2011 • Fecha de aceptación: 25 de noviembre de 2011

SURVIVAL OF LATERAL STEM CUTTINGS OF *Solanum phureja* GENOTYPES

Liliana Andrea Ramírez Franco^{1,2} • Catalina María Zuluaga Amaya³; • José Miguel Cotes Torres⁴

RESUMEN

En este estudio se evaluó la propagación asexual mediante el uso de esquejes de tallo lateral, de 104 genotipos de papa criolla (*S. phureja*) en los cuales hay 99 accesiones y cinco variedades comerciales. A los explantes se les aplicó ácido naftalenacético al 0.4% en la base del esqueje y luego fueron sembrados en turba donde permanecieron 30 días. De cada genotipo, se sembraron nueve tubérculos madre y, para la obtención de esquejes de tallo lateral se eliminó el brote apical estimulando la emisión de brotes laterales, antes de la floración de la planta. Periódicamente, se realizaban cortes de esquejes de 3cm de longitud. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 104 genotipos y un número variable de repeticiones (entre 30 y 50), dependiendo de la capacidad de producción de esquejes de los genotipos. Dentro de los resultados obtenidos, se encontró que los genotipos C15, Criolla Colombia, C72 y C125 presentaron valores de sobrevivencia superiores al 90% mientras los genotipos C122 y 117 presentaron valores de sobrevivencia de 31,82% y 0%, respectivamente, lo cual coloca de manifiesto una respuesta diferencial de los genotipos a este sistema de propagación. La variedad Colombia además de presentar buena sobrevivencia presentó la mayor tasa de multiplicación de esquejes de tallo lateral por planta madre (10.78).

Palabras clave: Multiplicación acelerada, reproducción asexual, enraizamiento.

- 1 Estudiante Maestría en Ciencias Agrarias. Institución: Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín-Facultad de Ciencias Agrarias-Departamento de Ciencias Agronómicas-Calle 59A #63-20-Núcleo El Volador-Medellín-Colombia
- 2 Autor para correspondencia: liaramirezfr@unal.edu.co
- 3 I. Agr. MSc. Profesor Asistente. e-mail: catazuluaga81@gmail.com Institución: Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Facultad de Ciencias Agrarias. Cr 48 No. 7-151 Medellín – Colombia.
- 4 I. Agr. MSc. D.Sc. Profesor Asociado. e-mail: jmcotes@unal.edu.co Institución: Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín-Facultad de Ciencias Agrarias-Departamento de Ciencias Agronómicas-Calle 59A #63-20-Núcleo El Volador-Medellín-Colombia

ABSTRACT

This research was carried out in order to evaluate the asexual propagation using lateral stem cuttings of 104 native potato genotypes (*S. phureja*) which contain 99 accessions and five commercial varieties. Naftalenetic acid 0.4% was applied at the base of the cutting and then were planted in peat by remained for 30 days. Nine tubers-seed of each genotype were planted, and in order to obtain lateral stem cuttings, the apical bud was removed, stimulating the production of lateral buds before flowering of the plant. Weekly, cuttings of 3cm long was collected. A randomized complete block design was used with 104 genotypes and a variable number of repetitions (between 30 and 50), depending on the capacity of genotypes. Within the results, we found that genotypes C15, Criolla Colombia, C72 and C125 had survival values above 90% while the C122 and 117 genotypes had values of 31.82% survival and 0%, respectively. This result revealed a differential response of genotypes to the propagation system. The variety Colombia as well as show good survival had the highest rate of multiplication of lateral stem cuttings by plant (10.78).

Key words: words: Multiplication accelerated asexual reproduction, rooting.

INTRODUCCIÓN

La especie *S. phureja* conocida en Colombia como papa criolla, es ampliamente cultivada en Sur América y utilizada en los programas de mejoramiento genético como un puente para transferir caracteres de resistencia (Evers et al., 2006). La semilla es el principal insumo para desarrollar buenos cultivos. En papa, el uso de semilla de buena calidad, con condiciones sanitarias, físicas y fisiológicas adecuadas permite una buena producción (Montesdeoca, 2005).

Las técnicas de multiplicación rápida son importantes en los programas de producción de semilla y de mejoramiento (donde se acorta el proceso de selección, debido al elevado número de tubérculos que se obtienen), disminuyendo significativamente los costos de producción (Flores et al., 2000., Ezeta, 2001).

Benz et al. (1995) manifiestan que la expansión y producción de papa en las regiones tropicales puede verse limitada por la carencia de materiales

para la siembra, debido a la dificultad que poseen los genotipos para adaptasen y a las pocas prácticas agronómicas que se han desarrollado al respecto. Los métodos de multiplicación rápida de semilla prebásica y básica de papa, consideran una tasa de multiplicación mayor al método convencional de tubérculo madre, aprovechando al máximo tanto el área foliar como los tubérculos (Hidalgo et al., 1999., Corzo, 1998).

Dentro de las técnicas de multiplicación acelerada se encuentran el uso de brotes, de esquejes de tallo apical, tallo juvenil, tallo lateral y tallo adulto (Hidalgo et al., 1999., Flores et al., 2000). Sin embargo, entre las técnicas de multiplicación existen diferencia en cuanto al índice de multiplicación obtenido, por tal motivo, mediante la técnica de brote de tubérculo se obtiene un índice de multiplicación de 1: 20 a 1: 100 y en esquejes de tallos apicales se pueden obtener índices de 1:80 hasta 1:150 (Flores et al., 2000).

El uso de esquejes de tallo lateral es una técnica ampliamente utilizada en programas de semilla prebásica y básica. Cuando las plantas madres tienen de 20 a 30 cm de altura se elimina la yema apical, para estimular el crecimiento de los tallos laterales (Cotes y Ñustez, 2001). Los esquejes, se siembran en la arena entre 3 y 4 cm de profundidad, asegurándose de compactar bien la arena alrededor del esqueje para favorecer el enraizamiento.

La capacidad de formación de raíces de los esquejes depende de la calidad del sistema radicular formado y posterior desarrollo de la planta en el área de producción (López *et al.*, 2008). La habilidad de un explante para enraizar depende de factores endógenos y exógenos, como lo son, la genética, la fisiología, la edad de la planta ma-

acuerdo a la variedad, número de tallos y vigor de la planta (Hidalgo *et al.*, 1999).

Benz *et al.* (1995) compararon el desarrollo de las plantas y producción de tubérculos de plantas procedentes de esquejes y tubérculos semilla, y encontraron que los esquejes producían menor índice de área foliar, pero presentaban un crecimiento más acelerado que los tubérculos semilla, esto podría ser explicado porque la tasa de asimilación neta de esquejes es mayor que en tubérculo. A su vez, encontraron variación en la producción de tubérculos, así una planta procedente de tubérculos semilla podía producir 14 tubérculos por planta y los esquejes seis tubérculos.

Según Cotes y Ñustez (2001), los esquejes de tallo lateral tienen una mayor concentración de hormonas (auxinas principalmente) y fotoasimilados, ya que

El uso de esquejes de tallo lateral es una técnica ampliamente utilizada en programas de semilla prebásica y básica.

dre y condiciones ambientales (luz, temperatura) y la composición de nutrientes en el sustrato que se encuentre (Kraiem *et al.*, 2010). Para el enraizamiento, se hace necesario un balance hormonal entre promotores e inhibidores de iniciación radicular, lo cual se puede lograr con la aplicación exógena de sustancias con potencial de enraizamiento (Moreno *et al.*, 2009). El tiempo para el enraizamiento depende de las condiciones de manejo pero generalmente toma unos 15 días. La producción de esquejes por planta, varía de

poseen meristemas apicales en activo crecimiento. Al poseer mayores concentraciones de hormonas y fotoasimilados su facilidad para enraizar queda manifiesta.

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la sobrevivencia de esquejes de tallo lateral de 104 genotipos de papa criolla de los cuales 99 son accesiones y cinco son las variedades comerciales Criolla Colombia, Criolla Paisa, Criolla Latina, Criolla Galeras y Criolla Guaneña, con el fin de establecer el uso de esta metodología para la multiplicación acelerada de estos genotipos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el la Casa Malla del Centro Agropecuario Paysandú, de La Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, localizado en el corregimiento de Santa Elena, municipio de Medellín (Antioquia, Colombia), a 2.550 msnm, con una temperatura media de 14°C

Obtención del material vegetal

Para estos ensayos se utilizó los 104 genotipos de la Colección de Trabajo de papa criolla (*S. phureja*) procedente de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. Dentro de estos genotipos se encuentran las variedades comerciales Criolla Colombia, Paisa, Criolla Latina, Criolla Galeras y Criolla Guaneña. Para la obtención de los esquejes de tallo lateral se utilizó la metodología propuesta por Cotes y Ñustez (2001). Para ello, se sembraron tubérculos madre en camas de 1m² aplicando, al momento de la siembra y en aporque, 20 g del fertilizante (10- 20- 20). Se realizaron las labores propias del cultivo como manejo de arvenses, manejo fitosanitario con aplicaciones de Mancozeb al 80% para evitar la presencia de tizón tardío (*Phytophthora infestans*). Posteriormente, al mes y medio después de la siembra y mucho antes del período de floración, se eliminó con un bisturí, previamente desinfectado con 1% de hipoclorito de sodio, el brote apical a cada planta, para estimular la formación de brotes laterales. Después de 15 días, se inició la cosecha de esquejes de tallo lateral, cortando tallos en bisel de 3 cm de longitud. Posteriormente, cada esqueje fue sembrado en sustrato de turba (Figura1a), donde estudios previos determinaron que este sustrato fue mejor en enraizamiento para la mayoría de genotipos. Antes de sembrar los esquejes, se aplicó Hormonagro 1 (ácido alfa-naftalenacético al 0.4%) para favorecer el proceso

de enraizamiento. Se realizó riego periódicamente y después de 30 días se evaluó la sobrevivencia de los esquejes obtenidos (Figura 1 b y c).



Figura 1. Plantas procedentes de esquejes de tallo lateral. a) esquejes en proceso de enraizamiento en turba. b) esqueje enraizado del genotipo C2. c) esqueje vigoroso de tallo lateral adulto

Diseño experimental

La Colección de Trabajo se evaluó en dos semestres consecutivos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 105 genotipos de *S. phureja*, siendo el bloque el semestre de evaluación. En cada semestre se evaluaron entre 30 y 50 esquejes por genotipo dependiendo de la capacidad de producción de esquejes por material genético. Se evaluó la variable porcentaje de sobrevivencia de esquejes de tallo lateral 30 días después de realizado el explante, y se calculó como el número de esquejes vivos sobre el número de esquejes cosechados en cada semestre.

Análisis estadístico

La variable sobrevivencia es una variable aleatoria binomial por lo que se utilizó un modelo lineal generalizado de dos vías sin interacción asumiendo una función de ligamiento *logit*. Se utilizó la metodología de estimación Bayesiana, obteniendo como estimación puntual la media de la distribución *a posteriori*, complementada con la obtención de los intervalos de alta densidad *a posteriori* de 90% de probabilidad los cuales se utilizan para determinar diferencias entre los tratamientos. Si estos intervalos se traslapan no hay diferencias significativas entre las medias consideradas. Para los cálculos se utilizó el programa estadístico R (2009).

RESULTADOS

Existen diferencias altamente significativas entre los genotipos evaluados respecto de su porcentaje de sobrevivencia mediante la propagación por

esquejes ($p < 0.001$). Se observó una alta variación en la sobrevivencia de esquejes de tallo lateral entre los genotipos evaluados, encontrando que este tipo de multiplicación rápida para el genotipo 117 no es la apropiada, por obtener un resultado del 0% de sobrevivencia, lo cual contrasta con lo encontrado para los genotipos 15, Criolla Colombia, 72 y 125 quienes presentaron un porcentaje de sobrevivencia superior al 90% (Figura 2).

Si consideramos como punto de corte el 80% de sobrevivencia, porcentaje con el cual se podrían obtener altas tasas de multiplicación, los resultados muestran que 15 genotipos cumplen esta condición, es decir los restantes 89 genotipos presentan algún grado de dificultad en la multiplicación rápida a través de esquejes de tallo lateral. En esta población de genotipos la tendencia, evaluada como la mediana de la sobrevivencia es del 56.67%, confirmando la dificultad de multiplicar numerosos genotipos por este método de propagación asexual.

De otro lado la tasa de multiplicación de esquejes de tallo lateral vivos a los 30 días para los genotipos evaluados osciló entre 10.78 esquejes por planta madre para el genotipo más prolífico, correspondiente a la variedad Colombia, y 0.78 para el genotipo C122, el cual es el genotipo con la tasa más baja de multiplicación, sin considerar el genotipo C117 que no produjo esquejes de tallo lateral viables (Figura 3). La mediana de la producción de esquejes por planta madre fue de 3.89 esquejes y el 50% central de la población se encontró entre un 2.89 y 5.11 esquejes por planta madre.

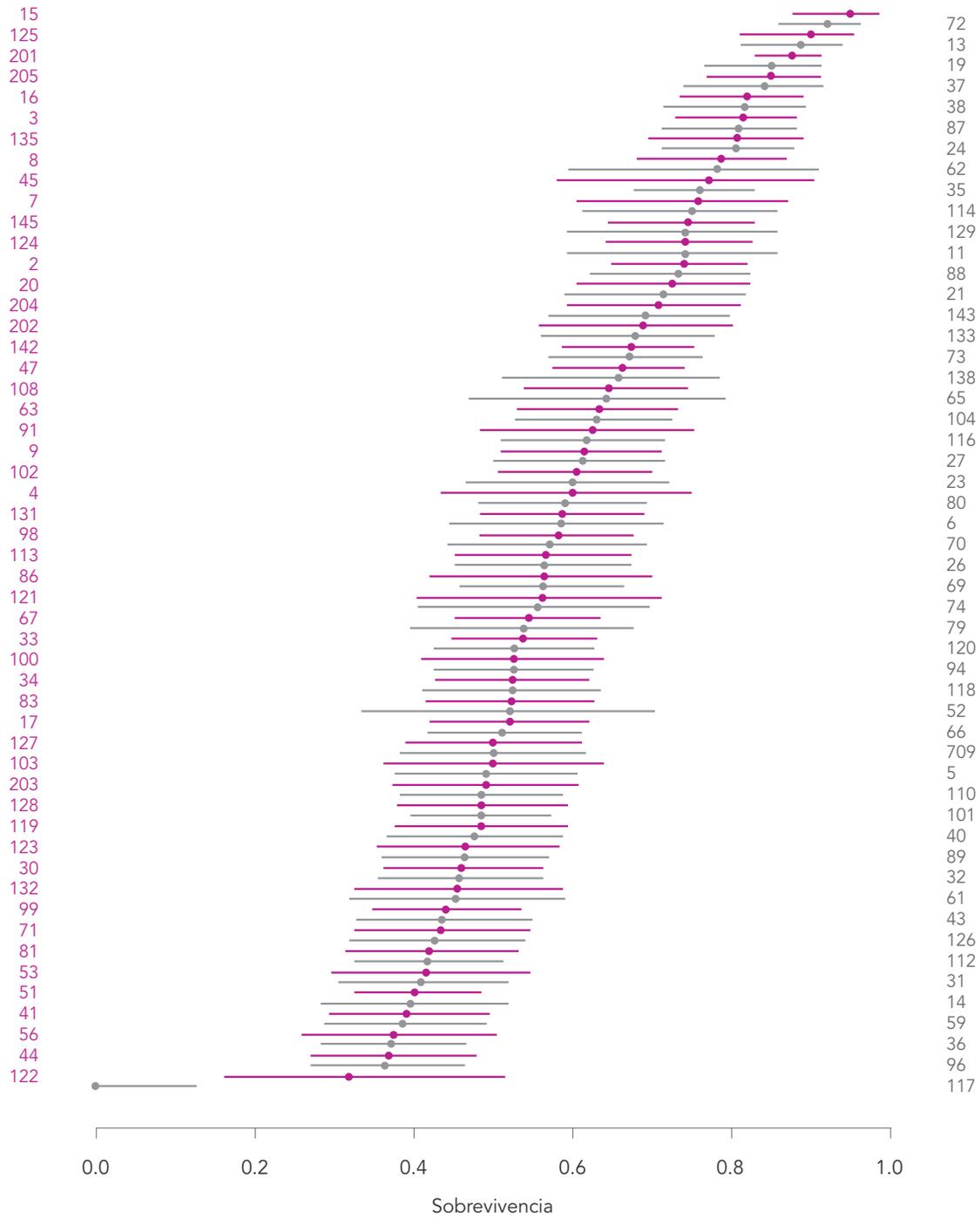


Figura 2. Valor medio estimado y su intervalo de alta densidad a posteriori de 90% de probabilidad para el porcentaje de sobrevivencia de esquejes de tallo lateral en 104 genotipos de *Solanum phureja* Juz et Buk. Las variedades comerciales son: Criolla Colombia (201), Criolla Galeras (202), Criolla Guaneña (203), Criolla Latina (204) y Criolla Paisa (205).

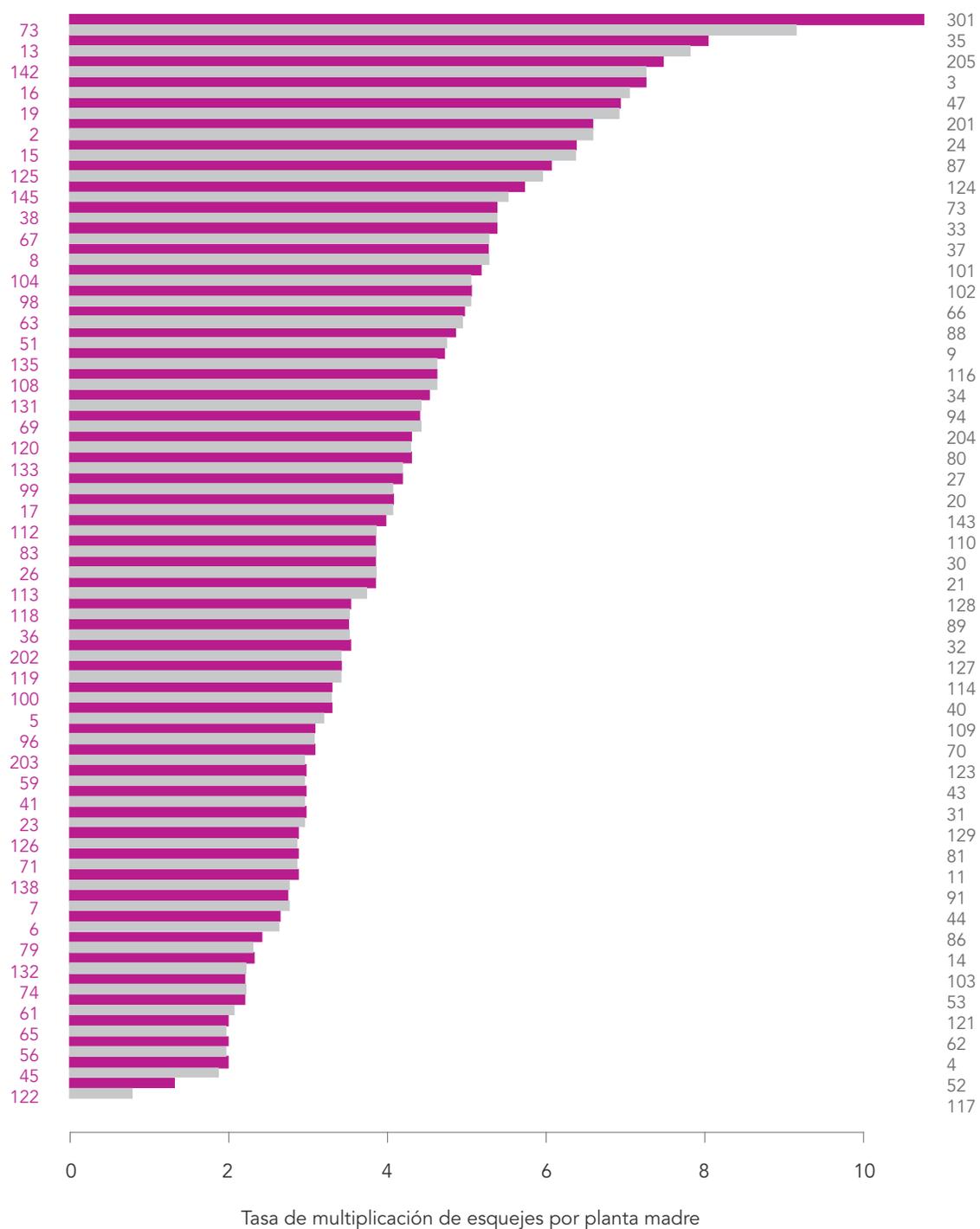


Figura 3. Tasa de multiplicación de esquejes de tallo lateral por planta madre para 104 genotipos de *Solanum phureja* Juz et Buk Las variedades comerciales son: Criolla Colombia (201), Criolla Galeras (202), Criolla Guaneña (203), Criolla Latina (204) y Criolla Paisa (205)

DISCUSIÓN

El comportamiento variable de los genotipos frente a la producción y sobrevivencia de esquejes, encontrados en este ensayo, concuerda con lo reportado por Haapala (2005), quien evaluó, la propagación rápida en esquejes de tallo juvenil de papa (*Solanum tuberosum*) en cinco genotipos comerciales, procedentes de cultivo *in vitro*. Determinó diferencias en la capacidad de multiplicación de las variedades evaluadas, las cuales producían entre 3.4 a 12.4 esquejes por material con un 86% de sobrevivencia aproximadamente. Hidalgo *et al.*

reportados previamente para la variedad Criolla Colombia. Por otra parte, Cotes y Ñustez (2001) establecen las tasas de multiplicación, tanto en tubérculos como en esquejes y concluyeron que el rendimiento promedio de multiplicación es superior en esquejes, respecto a los tubérculos-semilla.

La cosecha de esquejes es un proceso periódico, para este caso se realizaban cosechas o cortes cada diez o quince días. Se observó, para el caso de los genotipos evaluados, que los segundos cortes de esquejes en adelante presentaban ma-

Se observó, para el caso de los genotipos evaluados, que los segundos cortes de esquejes en adelante presentaban mayor vigor y desarrollo. Aunque, cuando la planta estaba finalizando su ciclo vegetativo e iniciando la etapa de floración se disminuía el vigor del esqueje.

(1999), expresaron que una planta puede producir entre 20 a 60 esquejes por cosecha en promedio y de 120 a 150 en total en 4 a 5 cosechas y, esta producción varía de acuerdo a la variedad, número de tallos y vigor de la planta.

Cotes y Ñustez (2001), utilizaron esquejes de papa criolla variedad "Yema de huevo", hoy considerada como la variedad Criolla Colombia, determinaron que los esquejes de tallo lateral presentaron mayor vigor y una mortalidad del 15% después de cuarenta días de enraizamiento, en comparación con esquejes juveniles. Los porcentajes de sobrevivencia encontrados en esta investigación a los 30 días son superiores a los

mayor vigor y desarrollo. Aunque, cuando la planta estaba finalizando su ciclo vegetativo e iniciando la etapa de floración se disminuía el vigor del esqueje. Esta observación también fue reportada por Haapala (2005), donde el primer corte de esquejes era menos productivo en los cinco cultivares evaluados y a partir del segundo corte, la producción se duplicaba en comparación con la primera.

Rigato *et al.* (2001) evaluando la tasa de multiplicación de microesquejes de 15 cultivares de papa (*Solanum tuberosum*) encontraron tasas de multiplicación que oscilaron entre 2.50 para el cultivar Huinkul MAG y 4.00 para el cultivar Frital INTA, evaluando la sobrevivencia a los 21 días

después de trasplante. De esta forma los resultados encontrados en cultivares de *S. tuberosum* son similares a los de *S. phureja* reportados en esta investigación.

Estudios realizados por Flores et al. (2000) en minitubérculos de cuatro genotipos comerciales de papa (Alpha, Atlantic, Norteña y el clon avanzado CEW 69-1), obtuvieron índices de multiplicación en esqueje de tallo lateral de la variedad Norteña de 1:155.6, en la variedad Alpha de 1:106.5, en Atlantic de 1:97.9 y en CEW de 1:81.5, reportando diferencias en las tasas de multiplicación y siendo un dato que concuerda con lo expresado en este estudio en *S. phureja* donde los genotipos evaluados difieren de la tasa de multiplicación.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada a través del proyecto 220101007287-Evaluación fenotípica y genotípica de la colección colombiana de *Solanum phureja* por resistencia a *Spongospora subterranea* el cual fue desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia Sedes Medellín y Bogotá, el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y la Federación de Cultivadores de Papa (FEDEPA-PA) y cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, a la Asociación Hortofrutícola de Colombia (Asohofrucol). Los autores expresan sus agradecimientos a los integrantes de los grupos de investigación de Mejoramiento y producción de Especies Andinas y Tropicales (COL0039484) y al Grupo de Investigación en papa (COL0010065), que aportaron el recurso humano para desarrollar esta investigación."

BIBLIOGRAFÍA

1. Burgos G., Salas E., Amoros W., Auqui M., Muñoa L., Kimura M., Bonierbale M. 2009. Total and individual carotenoid profiles in *Solanum phureja* of cultivated potatoes: I. Concentrations and relationships as determined by spectrophotometry and HPLC. R Journal of Food Composition and Analysis. 22, 503–508.
2. Corzo P. 1998. Producción de semilla de papa con alta calidad sanitaria por medio de esquejes. Corpoica - SENA. Colombia. <http://www.redepapa.org/produccionred.html>. 01. May. 11
3. Cotes J., Ñustez C.E. 2001. Evaluación de dos tipos de esquejes en la producción de semilla prebásica de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buck) variedad yema de huevo. Agronomía Colombiana 18: 7-13.
4. Evers D., Schweitzer C., Nicot N., Gigliotti S., Herrera M.R, Hausman J.F, Hoffmann L., Trognitz B., Dommes J., Ghislain M. 2006. Two PR-1 loci detected in the native cultivated potato *Solanum phureja* appear differentially expressed upon challenge by late blight. Physiological and Molecular Plant Pathology 67: 155–163.
5. Ezeta F.N. 2001. Producción de Semilla de Papa en Latinoamérica. Revista Latinoamericana de la Papa 12: 1-14.
6. Flores M.A., Valdez A., Arce L., Zamora V.M. 2000. Producción de semilla-tubérculo papa, mediante técnicas de multiplicación acelerada y mini tubérculos bajo condicione de campo. AGRARIA UAAAN 16: 35- 58
7. Haapala , T. 2005. Use of single-leaf cuttings of potato for efficient mass propagation. Potato Research 48: 201-214.
8. Hidalgo O. A., Marca J. L., Palomino L. 1999. Producción de Tubérculos-Semillas de Papa Manual de Capacitación. Centro Internacional de la Papa (CIP). p. 18.
9. López F. J, Guío N. R., Fischer G., Lasprilla D. M. 2008. Propagación de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos). Revista Facultad Nacional de Agronomía. Medellin 61: 4347-4357
10. Moreno N. H., Álvarez-Herrera J. G., Balaguera-López H. E., Gerhard F. 2009. Propagación asexual de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en diferentes sustratos y a distintos niveles de auxina. Revista Agronomía Colombiana 27: 341-348
11. Rigato S., González A. y Huarte M. 2001. Producción de plántulas de papa a través de técnicas combinadas de micropropagación e hidroponía para la obtención de semilla prebásica. Revista Latinoamericana de la Papa 12: 110-120.