

# COMPARACIÓN DE LA PROPAGACIÓN POR ESQUEJES Y MINITUBÉRCULOS DE GENOTIPOS DE *Solanum phureja* Juz et Buk

## COMPARISON BETWEEN CUTTINGS AND MINITUBERS PROPAGATION OF *Solanum phureja* Juz et Buk GENOTYPES

Liliana Andrea Ramírez Franco<sup>1</sup> • Elena Paola González Jaimes<sup>2</sup> • José Miguel Cotes Torres<sup>3</sup>

### RESUMEN

La especie *Solanum phureja* conocida en Colombia como papa criolla, cuenta con excelente calidad culinaria y buen cruzamiento con otros cultivares de papa debido a su naturaleza silvestre, es ampliamente cultivada en Sur América y utilizada en los programas de mejoramiento genético como un puente para transferir caracteres de resistencia. Para el ensayo se tomaron 30 genotipos de *S. phureja*, de la colección de trabajo de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá; los cuales fueron sembrados en la finca Paysandú, de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, ubicada en Santa Elena, corregimiento de Medellín (Antioquia). De cada accesión se sembraron cuatro tubérculos; y se evaluó la producción de esquejes de tallo laterales y la producción de tubérculos a partir de los esquejes. El objetivo de este estudio fue evaluar las tasas de multiplicación utilizando tubérculos y esquejes de 30 genotipos de *S. phureja*, pudiendo establecer que para la multiplicación rápida de genotipos no es posible estandarizar un solo método; pues en unos materiales es más exitosa la producción a partir de tubérculos, en otras la extracción de esquejes laterales y en otros genotipos es necesario integrar las dos técnicas para reproducir de manera asexual la especie.

**Palabras clave:** Papa criolla, reproducción asexual, tubérculos.

- 1 Estudiante Maestría en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
- 2 Profesor Asistente. Autor para correspondencia: epgonzalez@elpoli.edu.co Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Facultad de Ciencias Agrarias.
- 3 Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

### ABSTRACT

*Solanum phureja* specie known in Colombia as "creole potato", has an excellent culinary quality and good crossing ability with others potato genotypes because their wild nature. This specie is highly harvest in South América and used in plant breeding programs as a joint to transfer resistance trials. For this assay were planted 30 genotypes of *S. phureja* originates from the National University collection in the experimental station "Paysandú" in Santa Elena, Medellín (Colombia). From each genotype were planted four tuber seeds and were evaluated both, stem lateral cuttings and tuber production. Thus, this assay had the aim to evaluate the multiplication rate of each of the 30 *S phureja* genotypes using tubers and cuttings, having as a result that for the quickly propagation of these genotypes is not possible to standardize a unique methodology, because for some of them tubers are better than cuttings and viceversa and even others needs to combine both methodologies in order to have a good reproduce asexually the specie.

**Key words:** Creole potato, asexual reproduction, tubers.

### INTRODUCCIÓN

La papa criolla (*S. Phureja*) es caracterizada por ser una papa de raza indígena, esta ampliamente distribuida en los Andes desde el este de Venezuela hasta el centro de Bolivia y forma un importante recurso genético; cuenta con excelente calidad culinaria y buen cruzamiento con otros cultivares de papa debido a su naturaleza silvestre (Burgos et al., 2009); es utilizada en los programas de mejoramiento genético como un puente para transferir caracteres de resistencia (Evers et al., 2006). Se ha caracterizado por la adaptación a días cortos, y por ser una especie diploide ( $2n=2x=24$ ). Además de tener poco tiempo de dormancia del tubérculo (Ghislain et al., 2006).

En Colombia la papa criolla es producida a nivel nacional en los departamentos del Nariño, Cundinamarca, Boyacá y en menor proporción en Antioquia, Santander y Norte de Santander; es un cultivo de pequeñas extensiones, de economía campesina y tecnología baja (Jaramillo y Botero, 2007).

Según el Doctor John Hawkes, taxónomo de Solanáceas a nivel mundial la papa, es una especie que se originó de la especie cultivada diploide *Solanum stenotomon*, a través de un proceso evolutivo conocido con el nombre de variación mendeliana (Redepapa, 2001). El tubérculo es de tamaño pequeño, de forma redonda a ovoide, ojos de profundidad media distribuidos por toda la superficie, el tubérculo tiene matices amarillos y en algunos casos presenta tintes rojos; la planta puede producir hasta 40 tubérculos esparcidos en contorno (Cevipapa, 2002).

La planta tiene aproximadamente 60 cm de alto, conformada por varios tallos delgados de color verde claro, ramificada en la parte baja de donde brotan flores color lila, blanca o roja (Cevipapa, 2002). En general la diversidad morfológica del follaje y de los órganos de reproducción de la papa es inmensa en cuanto a forma, tamaño, color, crecimiento y pubescencia, así como las diferencias en sabor de los tubérculos (Estrada, 2000).

Un método de conservar y mantener las características deseables en un cultivar, es la reproducción asexual; además de ser una técnica sencilla y rápida (Medina *et al.*, 2007). En papa la reproducción de la especie se hace de manera asexual teniendo en cuenta que la semilla es el principal insumo para desarrollar buenos cultivos; el uso de semilla de buena calidad es importante, ya que, se emplea la propagación vegetativa (por medio de sus tubérculos). Una semilla que no esté en condiciones sanitarias, físicas y fisiológicas adecuadas, producirá germinación desuniforme, un pobre desarrollo de plantas, bajos rendimientos y se corre

Los métodos de multiplicación rápida de semilla prebásica y básica de papa consideran una tasa de multiplicación mayor al método convencional de tubérculo madre y permiten aprovechar al máximo tanto el área foliar como los tubérculos (Hidalgo, 1997; Corzo, 1998). Entre los métodos encontramos: multiplicación *in vitro*, esquejes de tallo juvenil, esquejes de tallo lateral y los esquejes de tallo adulto. Merino *et al.* (1997), manifiesta que el uso de brotes de tubérculo como material vegetativo para la multiplicación de tubérculo-semilla es una nueva alternativa tecnológica con resultados satisfactorios el cual incrementa en 13 veces el ín-

Los métodos de multiplicación rápida de semilla prebásica y básica de papa consideran una tasa de multiplicación mayor al método convencional de tubérculo madre y permiten aprovechar al máximo tanto el área foliar como los tubérculos.

el riesgo de diseminar, involuntariamente, plagas y enfermedades, que se transmiten a través de la semilla de mala calidad (Montesdeoca, 2005).

Uno de los factores limitantes para la difusión de nuevas variedades así como para la renovación de semilla de las variedades comerciales es la baja tasa de multiplicación vegetativa de la papa. En América Latina la tasa promedio de multiplicación de tubérculos en campo es de 1:5 fluctuando entre extremos de 1:3 hasta 1:10 en las mejores condiciones; sin embargo, en algunos países especializados en producción de semilla en Europa y Norteamérica esta tasa se aproxima a 1:20 (Ezeta, 2001).

dice de multiplicación de tubérculos producidos.

La multiplicación por esquejes es un tipo de reproducción asexual que en la mayoría de las especies resulta ser más exitosa que la propagación por estacas. Estas porciones de la planta una vez cosechados se envuelven en papel húmedo para evitar su deshidratación, antes de la siembra se estimula el enraizamiento, el cual es promovido por las auxinas y posteriormente se colocan en enraizadores (Sierra *et al.*, 2005).

Para el enraizamiento de especies ornamentales Sierra *et al.* (2005), utilizaron el ácido  $\alpha$ -naftalenacético como fitohormona, el cual fue

aplicado en la parte inferior de la estaca antes de la siembra, pero no se hizo la aplicación de la hormona a los esquejes. Este protocolo hace parte de un del sistema de reproducción asexual adaptado para varias especies ornamentales.

Además del material vegetal utilizado para la propagación, el tipo de sustrato en el cual se desarrolla es importante para el éxito de la multiplicación, así el término sustrato, se aplica a todo material sólido distinto del suelo natural o de síntesis, mineral u orgánico, que puesto en un contenedor sirve como un medio de anclaje del sistema radicular. Los sustratos empleados en la propagación de esquejes pueden ser de tipo orgánico (tierra, turba, compost), cascarilla de arroz e inorgánicos como la perlita, la vermiculita y la arena (López *et al.*, 2008).

El objetivo de este estudio fue evaluar las tasas de multiplicación de plantas utilizando tubérculos y esquejes de 30 genotipos de la Colección Colombiana de papa criolla con el fin de establecer una fuente rápida para la propagación de los genotipos.

## MATERIALES Y METODOLOGÍA

### Material vegetal

Para el ensayo se tomaron 30 genotipos de *S. phureja*, procedentes de la colección de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. El ensayo se realizó en el Centro Experimental Paysandú, de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, ubicada en Santa Elena, corregimiento de Medellín (Antioquia). De cada genotipo se sembraron cuatro tubérculos-semilla (plantas madre), bajo un diseño completamente al azar. Al momento de la siembra y en el aporque se aplicaron 25 g de fertilizante (10-20-20); durante el ensayo se aplicaron las medidas fitosanitarias necesarias para el manejo integrado de plagas y enfermedades.

Un mes después de la siembra de los genotipos se eliminó el brote apical de cada planta para estimular la formación de tallos laterales, ocho días después del despuente se inició la cosecha de esquejes de tallo lateral siguiendo la metodología propuesta por Cortes *et al.* (2001), la cual consistió en cortar esquejes de 3 cm de longitud con previa desinfección de las herramientas con hipoclorito de sodio al 1%, una vez cortado el esqueje su base fue levemente sumergida en ANA (ácido  $\alpha$ -naftalenacético 0.05%) para estimular el enraizamiento, posteriormente el explante fue sembrado en turba, en la cual se mantuvo durante un período de 30 días; con una aplicación de solución nutritiva de Hoagland y una aplicación diaria de agua.

Para evaluar la producción total de minitubérculos por planta, se realizó el conteo de estas estructuras en el momento de la cosecha, tres meses después de la siembra. Se obtuvo la tasa de multiplicación de esquejes y minitubérculos, como el total de esquejes sobrevivientes o el total de minitubérculos colectados por planta madre sembrada. Se realizó un análisis de varianza de una vía para la tasa de multiplicación y se hizo un agrupamiento de medias por el método de Scott y Knott, el cual además de realizar las pruebas de hipótesis realiza un análisis tipo cluster. Para el análisis de los datos se empleó el programa R (2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cada genotipo presentó un crecimiento vegetativo diferencial, por lo cual el número de esquejes colectados por cada genotipo varió de siete (genotipo C8) a 82 (genotipo C32) siendo que el porcentaje de sobrevivencia de los esquejes hasta el momento de la cosecha de sus tubérculos estuvo entre el 16 y el 95% de los esquejes, lo que llevó a tener un número diferente de esquejes por genotipo.

Se pudo observar que utilizando turba como sustrato, en 30 días se obtuvo un buen enraizamiento

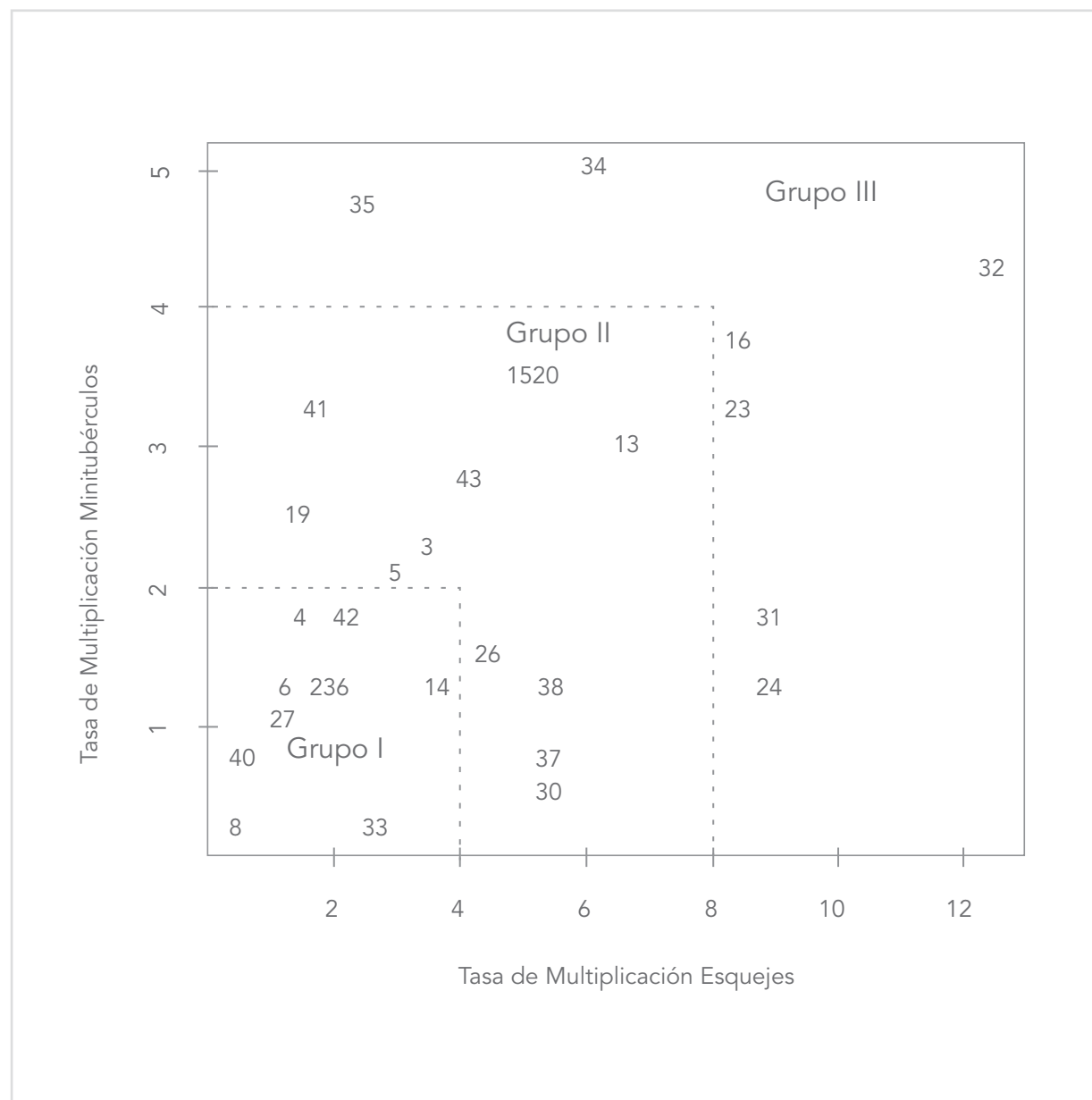


Figura 1. Relación en las tasas de multiplicación de tubérculos de *Solanum phureja* respecto a las tasas de multiplicación de esquejes.

de los 30 genotipos evaluados; conociendo la variabilidad genética de la colección en cuanto a su desarrollo fenológico, se observó una marcada diferencia en el tiempo de enraizamiento resultando algunos materiales más precoces; estos resultados concuerdan con lo expresado por Hidalgo (1997), quien manifiesta que la producción de esquejes por planta varía de acuerdo a la variedad, número de tallos y vigor de la planta. A su vez Benz *et al.* (1995), manifestaron que el crecimiento, la producción y tamaño de tubérculos entre clones estaba fuertemente influenciada por los diferentes materiales plantados (esquejes, tubérculos).

aireación, a su vez el desarrollo de la planta se vio influenciada por el tamaño del esqueje siendo óptimo un tamaño de 10 cm.

Los estudios realizados por López *et al.* (2008), en esquejes de plantas de uchuva (*Physalis peruviana* L.) encontraron diferencias estadísticas entre tipo de esqueje, siendo los del tercio alto (los más jóvenes), los que obtuvieron mayor longitud radical, mayor peso de materia fresca y seca de raíces y mayor porcentaje de enraizamiento. En este estudio las 30 accesiones evaluadas presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.001$ ) en cuanto a las tasas de multiplicación tanto de minitubérculos

Ramírez *et al.* (2009) encontraron que para multiplicar de manera acelerada la papa es necesario realizar una cosecha de esquejes jóvenes, vigorosos, con un tamaño entre 3–5 cm, así como tener un buen sustrato que permita la adecuada aireación y retención de humedad.

Ramírez *et al.* (2009) encontraron que para multiplicar de manera acelerada la papa es necesario realizar una cosecha de esquejes jóvenes, vigorosos, con un tamaño entre 3–5 cm, así como tener un buen sustrato que permita la adecuada aireación y retención de humedad. De otro lado Álvarez *et al.* (2007) buscando determinar el efecto de diferentes tamaños de esqueje y sustratos en la propagación del romero (*Rosmarinus officinalis* L.); encontraron que el sustrato de turba rubia tuvo un efecto significativo en el peso fresco y seco de las plantas de romero; debido a que la turba presenta un buen contenido nutricional, pH óptimo y adecuadas condiciones de

como de esquejes. Se buscó agrupar los genotipos teniendo en cuenta estos dos criterios, consiguiendo agruparse en tres categorías como se muestra en la figura 1, donde se puede observar que al menos 12 de los genotipos, los cuales se encuentran en el Grupo I, tienen problemas tanto en la multiplicación por esquejes como por minitubérculo, en los cuales se obtuvieron menos de cuatro esquejes y dos minitubérculos por planta; 11 genotipos ubicados en el Grupo II, presentan unas tasas de multiplicación aceptables con entre cuatro y ocho esquejes y entre dos y cuatro minitubérculos por planta; y las siete restantes, presentes en el Grupo III, muestran

unos niveles altos de propagación con un máximo de 12 esquejes y cinco minitubérculos por planta. En la evaluación se destacan el genotipo C34, que presenta en promedio mayor producción de minitubérculos (cinco por planta), mientras que el genotipo C32 presenta una mayor producción de esquejes (12.5 por planta) como se puede observar en la figura 1.

Benz *et al.* (1995), evaluando el rendimiento y producción de esquejes y tubérculos de papa en climas tropicales encontraron que los caracteres morfológicos eran diferentes en los dos explantes evaluados; donde la densidad de tallo principal era mayor en tubérculos semilla; sin embargo la producción de tallos laterales era mayor en esquejes. En cuanto a los estolones las plantas procedentes de tubérculos presentan mas estolones por unidad de área que los esquejes, lo que indica mayor producción de nuevos tubérculos y el inicio de la tuberización fue mas lenta en plantas procedentes de esquejes que tubérculos. A su vez el Índice de Área Foliar y peso seco fue menor en esquejes comparado con tubérculos.

Con este estudio se puede establecer que para la multiplicación rápida de genotipos de *S. phureja* no es posible estandarizar un solo método; pues en unos genotipos es más exitosa la producción de minitubérculos, en otros la extracción de esquejes laterales y en otros materiales, como los genotipos C8, C40, C21 y C17, es necesario integrar las dos técnicas para propagar de manera asexual la especie. Cotes y Ñustez (2001), en sus estudios sobre métodos de multiplicación de semilla prebásica y básica establecen que las tasas de multiplicación tanto en tubérculos como en esquejes de los materiales de papa criolla cultivar Colombia; pero que el rendimiento promedio de multiplicación es superior en esquejes, respecto a los tubérculos-semilla.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su gratitud a la Universidad Nacional de Colombia Sedes Medellín y Bogotá, al Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, al Departamento de Investigaciones de Medellín (DIME), al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, a la Asociación Hortofrutícola de Colombia (Asohofrucol), a La Federación Colombiana de Productores de Papa FEDEPAPA y al Grupo de Investigación "Mejoramiento de Frutales Andinos y Tropicales" (COLCIENCIAS), que aportaron los recursos físicos, humanos, técnicos y financieros para adelantar esta investigación.

## BIBLIOGRAFIA

1. Álvarez H. J., Rodríguez S. L., Chacón E. 2007. Efecto de diferentes tamaños de esqueje y sustratos en la propagación del romero (*Rosmarinus officinalis* L.). *Agronomía Colombiana*, 25: 224-230.
2. Benz J.S., Keller E.R., Midmore D.J. 1995. Planting materials for warm tropic potato production: growth and yield of transplanted seedlings or rooted cuttings and tuber materials in the field. *Field Crops Research*, 40:179-192.
3. 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.
4. CEVIPAPA. 2002. Inteligencia de mercados - papa criolla. Universidad Eafit. <http://www.cevipapa.org.co/publicaciones/publicaciones.php> 26. Sep.09
5. 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>. 12. Jun. 09
6. 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
7. 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.
8. Ezeta F.N. 2001. Producción de semilla de papa en Latinoamérica. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 12: 1-14.
9. Ghislain M., Andrade D., Rodriguez F., Hijmans R.J., Spooner D.M. 2006. Genetic analysis of the cultivated potato *Solanum tuberosum* L. *Phureja* group using RAPDs and nuclear SSRs. *Theoretical and Applied Genetics*, 113: 1515-1527
10. Hidalgo O. A., Marca J. L., Palomino L. 1997. Producción de Tubérculos-Semillas de Papa Manual de Capacitación. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). [www.cipotato.org/csd/materials/Tuberculos-Semilla/semilla4-3.pdf](http://www.cipotato.org/csd/materials/Tuberculos-Semilla/semilla4-3.pdf). 22. jul. 09
11. Jaramillo S., Botero J.M. 2007. Respuesta de diferentes poblaciones de *Spongospora subterranea* f.sp *subterranea* a la rotación con dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* ssp andigena). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. 60: 3859-3876.
12. 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*. 61: 4347-4357
13. Medina M. G., García D. E., Clavero T., Iglesias J. M., López J. G. 2007. Evaluación inicial de la morera (*Morus alba* L.) en condiciones de vivero. *Zootecnia Tropical*, 25 :
14. Montesdeoca F. 2005. Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad. PNTR-INIAP-Proyecto Fortipapa. p40. [www.papandina.org/.../05-Ec-Produccion-Semilla-Papa](http://www.papandina.org/.../05-Ec-Produccion-Semilla-Papa). 20. jun.10
15. Ramírez L. A., González E. P., Zuluaga C. M., Cotes J M. 2009. Evaluación de 3 metodologías de rápida multiplicación de 30 accesiones de *Solanum tuberosum* L. Grupo. *phureja*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 62 (Suplemento 3): S1-64
16. REDEPAPA. 2001. La papa criolla (*Solanum phureja*): un cultivo para destacar en Colombia. *Boletín de la Papa - Vol. 3, No. 5*. Entrevista con el Dr Carlos Eduardo Ñustez. Disponible en: <http://www.redepapa.org/boletintreintacinco.html> 26. Mar.08
17. Sierra J. A., Alzate F., Soto H. S, Durán B., Losada L. M. 2005. Plantas silvestres con potencialidad ornamental de los bosques montano bajos del oriente antioqueño, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. 58: 2651- 2663.
18. The R Foundation for Statistical Computing, 2009. <http://www.r-project.org/> 20. Mar.10