

Germinación *in vitro* del grano de polen de las especies de *Solanum* L. del campus universitario de la UNA, San Lorenzo - Departamento Central, Paraguay

Germination *in vitro* of pollen grains of the *Solanum* L. species of the campus universitario of the UNA, San Lorenzo - Central Dept., Paraguay

Claudia Pereira Sühsner^{1*}, Christian Vogt¹, Lucero Gadea¹, Marcos Ortigoza Viveros¹, Medes Mendoza¹, Fernando Ramond¹, ¹Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biología. San Lorenzo, Paraguay. *Autor de correspondencia: claudinha_7@hotmail.com.

Recibido: julio 2019

Aceptado: enero 2020

Recibido en versión modificada: junio 2020

Pereira Sühsner, C., Vogt, C., Gadea, L., Ortigoza Viveros, M., Mendoza, M. & Ramond, F. (2020). Germinación *in vitro* del grano de polen de las especies de *Solanum* L. del campus universitario de la UNA, San Lorenzo, Departamento Central, Paraguay. *Revista Investigaciones y Estudios-UNA*, 11(1), 18-25. <https://doi.org/10.47133/IEUNA3>

Resumen. *Solanum* L. es uno de los géneros más rico de la familia Solanaceae Juss., su importancia económica es ampliamente reconocida en el mundo para la alimentación y por sus propiedades medicinales o farmacéuticas, sin embargo, se carece de información sobre la germinación *in vitro* de estos recursos filogenéticos en Paraguay. El presente trabajo tuvo por objeto estudiar la germinación *in vitro* del grano de polen de las especies de *Solanum* del Campus Universitario de la UNA. Para la identificación taxonómica se realizó observación directa y al fotomicroscopio de las partes vegetativas y reproductivas. La germinación *in vitro* se realizó en medio de cultivo nutritivo agar-sacarosa-ácido bórico. Se analizaron 5 especies de *Solanum* L. que fueron *S. americanum*, *S. chacoense*, *S. granulosumleprosum*, *S. pali-*

nacanthum y *S. sisymbriifolium*. El rango de germinación *in vitro* del grano de polen para las cinco especies fue 43-70%.

Palabras clave: germinación *in vitro*, grano de polen, *Solanum*.

Abstract. *Solanum* L. is one of the rich genera the Solanaceae Juss family, its economic importance is widely recognized in the world for food and for its medicinal or pharmaceutical properties, however, information on the germination *in vitro* of these plant genetic resources in Paraguay. The present work has aimed at studying the germination *in vitro* of pollen grains the *Solanum* species of the University Campus of the UNA. For the taxonomic identification, direct and photomicroscopic observation of vegetative and reproductive parts was made. Germination *in vitro* was carried out in nutrient culture medium agar-sucrose-boric acid. Were analyzed five species of *Solanum* L. that were *S. americanum*, *S. chacoense*, *S. granulosumleprosum*, *S. palinacanthum* and *S. sisymbriifolium*.

The germination *in vitro* range of pollen grains for the five species was 43-70%.

Keywords: germination *in vitro*, pollen grains, *Solanum*.

INTRODUCCIÓN

Solanum L. es uno de los géneros más rico de la familia Solanaceae Juss. y el más grande de las Angiospermas, por sus caracteres morfológicos se encuentra dividido en siete tribus con distribución cosmopolita, con mayor concentración de especies en América del Sur (Giacomin, 2010; Castroviejo, 2012; Barboza, Zuloaga, Belgrano & Anton et al., 2013).

Las especies se caracterizan por ser hierbas glabras o pubescentes, con pelos estrellados simples o ramificados; tallo erecto ascendente o decumbente; hojas simples, alternas y pecioladas; inflorescencia cima helicoidal o escorpioide; flores rotáceas, actinomorfas y hermafroditas; frutos tipo baya (Luchetti, 2001; Castroviejo, 2012; Barboza et al., 2013). En cuanto a su anatomía, se caracterizan por tener haces conductores biclaterales, pudiendo apreciarse diferencias en la epidermis foliar, en la estructura interna de la lámina y del tallo (Cosa, Bruno & Dottori, 1998; Luchetti, 2001; Cosa, Hadid, Dottori & Bruno, 2002).

La importancia económica del género es ampliamente reconocida en el mundo para la alimentación, como *Solanum lycopersicum* L. (locote), *S. melongena* L. (berenjena), *S. tuberosum* L. (papa), *S. muricatum* Aiton (pepino dulce), *S. betaceum* Cav. (tomate de árbol), *S. quitoense* Lam. (naranjilla), *S. hieronymi* Kuntze (pocote), *S. sisymbriifolium* Lam. (*ñuaty pytâ*). Otras se destacan por sus usos medicinales o farmacéuticos como *S. sisymbriifolium*, *S. americanum* Mill. (*arachichu*), *S. granuloso-leprosum* Dunal (*hu'i moneha*), o por sus propiedades tóxicas como *S. glaucophyllum* Desf. (duraznillo blanco), *S. palimacanthum* Dunal (*tuti'a*) (Pin, González, Marín, Céspedes, Cretton & Christen, 2009;

Barboza et al, 2013; Polini, Romero López, López Ramírez, Recalde & Villamayor, 2013).

Los estudios de germinación *in vitro* de polen son importantes para conocer la fisiología reproductiva y realizar transformaciones genéticas, pues muchas veces a pesar de la ocurrencia de la polinización la fecundación no puede llevarse a cabo, en otras ocasiones, la fecundación ocurre normalmente pero el embrión aborta (Picca & Cardone, 2004; Garduño-Tamayo, Núñez-Colín, Pecina-Quintero, Montero-Tavera, Montes-García, González-Chavira & Anaya-López, 2011).

Cualesquiera sean las circunstancias, las técnicas de cultivo *in vitro* y manipulación de células aisladas son apropiadas para lograr el proceso completo de desarrollo del embrión y del endospermo obteniendo así semillas normales (Picca & Cardone, 2004).

Pese a la importancia económica del género, se carece de información sobre la germinación *in vitro* de granos de polen en el Paraguay, los cuales son necesarios para desarrollar programas de entrecruzamiento y mejoramiento genético. El presente trabajo tiene por objetivo general estudiar germinación *in vitro* del grano de polen de las especies de *Solanum* L. del Campus Universitario de la UNA, San Lorenzo - Dpto. Central, Paraguay. Los objetivos específicos son caracterizar morfológicamente los órganos vegetativos – reproductivos y estimar la viabilidad del grano de polen en condiciones *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo. Para la colecta de ejemplares de herbario se realizó muestro no probabilístico del tipo dirigido, a fin de localizar las especies de *Solanum* en floración dentro del campus universitario de la UNA. Además, se recogieron en sobres de papel 30 flores durante la anthesis de 10 individuos por población, las mismas fueron trasladadas a -20°C hasta el laboratorio para su cultivo (Zarlavsky, 2014).

Identificación taxonómica. Las especies se

identificaron utilizando claves taxonómicas, por comparación de ejemplares de herbario y revisión de bases de datos disponibles en internet, tales como la Base de Datos IRIS: Documenta Florae Australis del Instituto de Botánica Darwinion (SI) y TROPICOS del Missouri Botanical Garden.

Caracterización morfológica. Se realizó observaciones de las partes vegetativas y reproductivas macro y microscópicas utilizando un fotomicroscopio.

Germinación *in vitro* de polen. Se colocó una gota de medio de cultivo (Agar – Sacarosa – Ácido Bórico) sobre un portaobjeto limpio, se extrajo sobre este los granos de polen y se puso a incubar durante 24hs a temperatura ambiente pasado ese tiempo se cubrió con una laminilla y se llevó a observación. Se consideró granos de polen germinados cuando la longitud del tubo polínico es igual o mayor al diámetro del grano de polen (Zarlavsky, 2014).

Fotografía. Se tomaron microfotografías con cámara digital MOTICAM (2006), incorporada al microscopio óptico marca OLYMPUS con ocular de 4x, 10x, 40x, 100x.

Análisis Estadísticos. A partir de los datos obtenidos se determinaron descriptivos, tales como valores mínimos, valores máximos y media.

RESULTADOS

Solanum chacoense Bitter. Morfología.

Hierba erecta. Tallos cilíndricos, angulosos, diámetro en la base ± 0.4 cm, estriaciones longitudinales verdes con máculas purpúreas, glabros a escasamente pubescentes. Pseudoestípulas con longitud ± 0.3 cm. Peciolos escasamente pubescentes, ± 10 cm de longitud. Hojas imparipinnadas, $\pm 10 \times 7$ cm, verdes y escasamente pubescentes. Foliolos con peciólulos cortos a sésiles; 3-5 pares, predominantemente 4 pares, últimos 2 pares proximales de menor tamaño; ovados a ligeramente elípticos, bases redondas y ápices acuminados o agudos, $\pm 6.5-2.5$ cm x $2.5-1$ cm (Figura 1 A). Venación reticulada. Inflorescencia de ± 13 cm, ramificada con ± 20

flores terminales, el pedúnculo posee ± 6.5 cm. Pedicelos $\pm 0.5-2$ cm con articulaciones variables; flor pentámera, cáliz verde y corola estrellada blanca; anteras ± 0.3 cm de longitud, estilo ± 1 cm con un estigma capitado (Figura 1 B). Fruto verde, ovoide, glabro y con puntuaciones blancas.



Figura 1. Ejemplar de *S. chacoense* Bitter, A. Rama florífera, B. Detalle de la flor.

Germinación *in vitro*. La germinación *in vitro* del grano de polen en promedio es 62.21%, el porcentaje restante corresponden a granos de polen cuyo desarrollo del tubo polínico es inferior a su diámetro o no germinaron (Figuras 2A-B, Tabla 1).



Figura 2. Germinación *in vitro* de grano de polen de *S. chacoense* Bitter, A. Grano de polen germinado, nótese el desarrollo del tubo polínico, B. Granos de polen no germinados.

Tabla 1. Germinación *in vitro* de grano de polen de *S. chacoense* Bitter.

Accesión	Germinación de Grano de Polen	
	Germinados	No Germinados
Pe57	51.8	48.2
Pe58	45.4	54.6
Pe59	50.7	49.3
Pe60	54.5	45.5
Pe63	79.4	20.6
Pe65	71.4	28.6
Pe70	82.3	17.7
Promedio	62.21	37.79

Solanum americanum Mill. Morfología.

Hierba erecta. Tallos cilíndricos, estriados longitudinalmente y pubescentes. Peciolos

cilíndricos, estriados, $\pm 0.5-7\text{cm}$ de longitud, escasamente con pelos eglandulares. Hojas simples, elípticas, ocasionalmente abovada, $\pm 2-12\text{cm}$ x $\pm 2.5-6\text{cm}$, verdes, pubescentes, ápice acuminado, base cuneada, margen entero con pelos, ocasionalmente $\frac{1}{4}$ apical levemente ondulado y $\frac{3}{4}$ basal lobulado. Venación reticulada (Figura 3A). Inflorescencia en racimo y axilar de $\pm 2\text{cm}$. Flor pentámera actinomorfa; cáliz verde, dialisépalo y pubescente; corola blanca, estrellada, gamopétala, pubescente; 5 estambres $\pm 2\text{mm}$; antera amarilla $\pm 1.5\text{mm}$ basifija y foramidal; filamento $\pm 0.5\text{mm}$ de longitud; pistilo $\pm 3\text{mm}$ con estilo pubescente; ovario súpero con pelos glandulares. Fruto baya, globoso, cuando maduro púrpura a negro (Figura 3B).

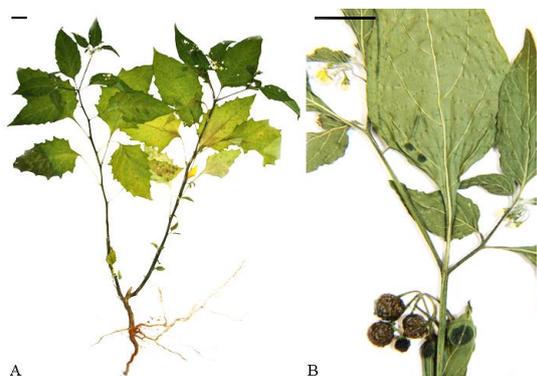


Figura 3. Ejemplar de *S. americanum* Mill., A. Rama florífera, B. Detalle de la flor y fruto, la raya indica 1cm.

Germinación *in vitro*. La germinación *in vitro* de los granos de polen promedio es 70.3%, el porcentaje restante corresponde a granos de polen que no germinaron (Figura 4A-B, Tabla 2).

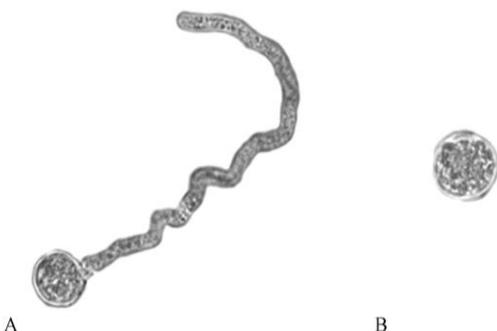


Figura 4. Germinación *in vitro* de granos de polen de *S. americanum* Mill., A. Grano de polen germinado, nótese el desarrollo del tubo polínico, B. Grano de polen no germinado.

Tabla 2. Germinación *in vitro* de granos de polen de *S. americanum* Mill.

Accesión	Germinación de Grano de Polen	
	Germinados	No Germinados
Pe61	54,6	45,4
Pe64	66,9	33,1
Pe67	58,5	41,5
Pe68	76	24
Pe72	68	32
Pe73	73,6	26,4
Pe78	75,6	24,4
Pe79	89,2	10,8
Promedio	70,3	29,7

Solanum sisymbriifolium Lam.

Morfología. Hierba. Tallos cilíndricos, estriados longitudinalmente, con acúleos amarillentos, pelos estrellados, glandulares y no glandulares. Peciolos cilíndricos, estriados longitudinalmente, $\pm 1-7\text{cm}$ de largo, pelos estrellados, glandulares y no glandulares, con acúleos. Hoja pinnatifida, $\pm 10 \times 5\text{cm}$, verdes, pelos estrellados y eglandulares. Venación reticulada, acúleos a lo largo de los nervios tanto en el haz como en el envés (Figura 5A). Inflorescencia en racimo, ramificada y axilar, $\pm 4-8.5\text{cm}$; pedúnculo cilíndrico, $\pm 2-6\text{cm}$. Flor pentámera, actinomorfa; cáliz verde dialisépalo, con acúleos, pubescente en la cara inferior; corola estrellada blanca y gamopétala; estambres $\pm 12\text{mm}$, epipétalos y separados, antera $\pm 9\text{mm}$, basifija y pubescente, filamento $\pm 3\text{mm}$; Pistilo $\pm 4-12\text{mm}$ con estilo pubescente en la base, ovario súpero, bilocular con pelos glandulares (Figura 5B). Fruto baya, roja, redonda (Figura 5C).

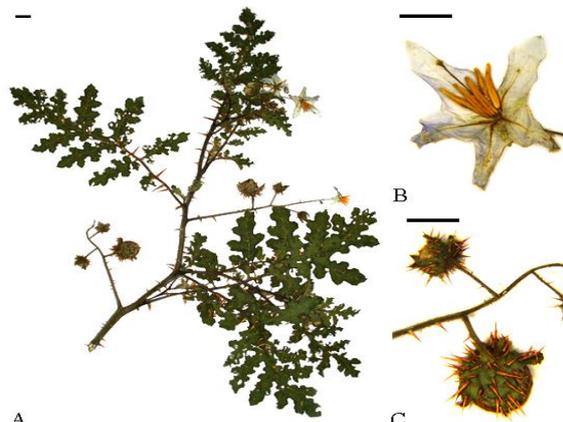


Figura 5. Ejemplar de *S. sisymbriifolium* Lam., A. Rama florífera, B. Detalle de la flor, C. Detalle del fruto, la raya indica 1cm.

Germinación *in vitro*. La germinación *in vitro* del grano de polen en promedio es 43.56% (Figura 6A, Tabla 3), el porcentaje restante corresponde a granos de polen no germinados, los cuales están compuestos por aquellos cuyo desarrollo del tubo polínico es inferior a su diámetro o no germinaron (Figura 6B, Tabla 3).

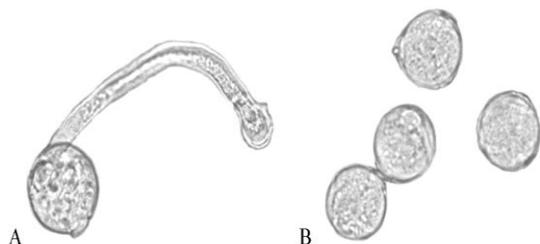


Figura 6. Germinación *in vitro* de granos de polen de *S. sisymbriifolium* Lam., A. Grano de Polen germinado, B. Grano de polen no germinado.

Tabla 3. Germinación *in vitro* de granos de polen de *S. sisymbriifolium* Lam.

Accesión	Germinación de Grano de Polen	
	Germinados	No Germinados
Pe66	69	31
Pe71	17.5	82.5
Pe74	33.5	66.5
Pe75	50.1	49.9
Pe77	47.7	52.3
Promedio	43.56	56.44

Solanum palinacanthum Dunal.

Morfología. Hierba erecta. Tallos cilíndricos, agujones a lo longitud del eje mayormente en partes más juveniles; pelos eglandulares simples y glandulares presentes. Peciolos ± 0.5 -6cm de longitud, con pelos glandulares, eglandulares y agujones. Hojas simples, lobadas, $\pm 1.5 \times 8$ cm x $\pm 1.5 \times 10$ cm, verdes, pelos eglandulares simples, glandulares y estrellados con dominancia en el envés, ápice agudo, base hastada, margen entero en ocasiones ligeramente ondulado. Venación reticulada, agujones en los nervios. Inflorescencia en racimo y axilar de ± 2 cm (Figura 7A). Flor pentámera; cáliz verde, dialisépalo, con pelos glandulares y estrellados en la cara inferior; corola blanca-violácea, gamopétalas; estambres ± 15 mm, separados; anteras ± 12 mm, amarillas, foramidales, basifijas y pubescentes; filamento ± 3 mm; pistilo de ± 8 -18mm, poco pubescentes a lo longitud del eje del estilo; ovario súpero, bilocular, con pelos glandulares (Figura 7B).

Fruto verdoso a amarillo, globoso y carnoso.



Figura 7. Ejemplar de *S. palinacanthum* Dunal, A. Rama florífera, B. Detalle de la flor, la raya indica 1cm.

Germinación *in vitro*. Germinaron *in vitro* en promedio 58% de los granos de polen (Figura 8A, Tabla 4), el porcentaje restante corresponden a granos de polen cuyo desarrollo del tubo polínico es inferior a su diámetro o no germinaron (Figura 8B).



Figura 8. Germinación *in vitro* de granos de polen de *S. palinacanthum* Dunal, A. Grano de polen germinado, B. Grano de polen no germinado.

Tabla 4. Germinación *in vitro* de granos de polen de *S. palinacanthum* Dunal.

Accesión	Germinación de Grano de Polen	
	Germinados	No Germinados
Pe69	58	42
Pe76	-	-
Promedio	58	42

Solanum granulosum-leprosum Dunal.

Morfología. Arbusto. Tallos cilíndricos y estriados longitudinalmente; cuando jóvenes con pelos estrellados y estipitados. Hojas axilares presentes, cubriendo yemas axilares o ausentes, ovadas a elípticas de ± 1 -3.5cm x ± 0.5 -1.5cm, con pelos estrellados. Peciolos cilíndricos, estriados longitudinalmente, ± 1 -6cm de longitud, pelos estrellados y estipitados. Hojas simples, alternas; haz verde con pelos estrellados y dispersos; envés verde-grisáceo con pelos estrellados en mayor cantidad que en el haz. Lámina elíptica de ± 5.5 -17cm x ± 2 -5cm, ápice acuminado, base cuneada, margen entero. Venación reticulada, nervios con pelos

estrellados, marcados en el envés que en el haz (Figura 9A).

Inflorescencia compuesta en forma de panícula, terminales de ± 9 -15cm. Pedúnculo ± 6 -8.5cm de longitud. Pedicelos de ± 1 -4cm con articulaciones variables. Flores bisexuales, actinomorfas y pentámeras; cáliz verde, gamosépalo persistente, con pelos estrellados; corola violácea, gamopétala y campanulada-semiestrellada, pubescentes estambres ± 6 mm, epipétalos y separados; antera amarilla de ± 4 mm; filamento ± 2 mm de longitud; pistilo ± 8 mm con estilos poco pubescentes; ovario súpero pubescentes (Figura 9B).

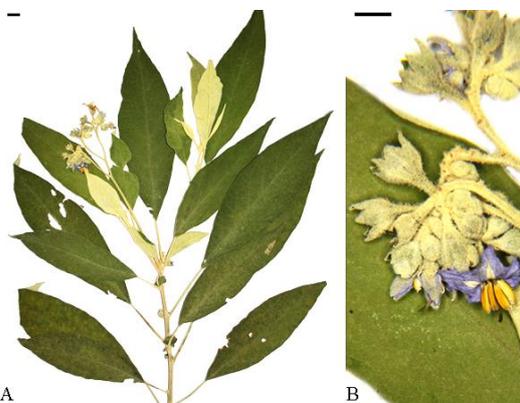


Figura 9. Ejemplar de *S. granulosum-leprosum* Dunal, A. Rama florífera, B. Detalle de la flor, la raya indica 1 cm.

Germinación *in vitro*. Germinaron *in vitro* en promedio 57.45% de los granos de polen, el porcentaje restante corresponde a granos de polen no germinados cuyo desarrollo del tubo polínico es inferior a su diámetro o no germinaron (Figura 10, Tabla 5).



Figura 10. Germinación *in vitro* de granos de polen de *S. granulosum - leprosum* Dunal, A. Grano de polen germinado, B. Grano de polen no germinado.

Tabla 5. Germinación *in vitro* de granos de polen de *S. granulosum -leprosum* Dunal.

Accesión	Germinación de Grano de Polen	
	Germinados	No Germinados
Pe80	52.3	47.7
Pe81	62.6	37.4
Promedio	57.45	42.55

DISCUSIÓN

Fueron colectados 25 ejemplares botánicos de *Solanum*, correspondientes a cinco especies: *S. chacoense* Bitter, *S. americanum* Mill., *S. sisymbriifolium* Lam., *S. palinacanthum* Dunal, *S. granulosum-leprosum* Dunal. Las especies estudiadas son nativas del Paraguay, distribuyéndose en la Región Oriental y Occidental o Chaco (Nee, 1993; Schwartzman & Santander, 1996; Mereles, 2007; Pin et al., 2009; Vogt, 2013; De Egea et al., 2016) y consideradas como invasoras en campos cultivados o en terrenos abandonados (Hadid, Cosa, Dottori & Liscovsky, 2007; Patiño, Condori y Segales, 2008; Agra, Nurit-Silva & Berger, 2009; De Egea et al., 2016).

Las características generales de las partes vegetativas y reproductivas coinciden con lo mencionado por Luccheti (2001), Nee (1993), Abreu, Dos Santos & Smozinski (2014), Zuloaga & Morrone (1999).

La germinación *in vitro* del grano de polen permite evaluar el porcentaje germinativo y el crecimiento del tubo polínico por lo que se obtienen datos más próximos al comportamiento natural de los mismos, pues esta técnica simula el desarrollo del tubo polínico en los tejidos estilares (La Porta & Roselli, 1991; Martínez Pacheco, 2018; González, Estévez, Castillo, Salomón, Moré & Hernández, 2002). Los rangos de germinación *in vitro* para las cinco especies estudiadas coinciden con lo reportado para otras especies de *Solanum*, tal como *S. melongena* (França, Nascimento, Carmona & Freitas, 2010; Tatis, Cardona Ayala & Lugo Torres, 2012).

El porcentaje de germinación *in vitro* por debajo del 50% obtenido para *S. chacoense* (Pe58) y *S. sisymbriifolium* (Pe71, Pe74 y Pe77) pueden deberse a factores internos como fallas en la formación y desarrollo, o factores externos contraproducentes para el desarrollo del grano de polen tales como temperatura, humedad, fertilidad del suelo y enfermedades (Lagos, Caetano, Alirio Vallejo, Muñoz, Criollo & Olaya, 2005). No obstante, también podría indicar una pérdida de viabilidad continua por actividades enzimáticas que degradan gradualmente la capacidad germinativa del grano de polen (Thomson, J. D., Rigney, Karoly & Thomson, B. A., 1994). El presente trabajo constituyó el primer estudio de la fertilidad masculina por germinación *in vitro* del grano de polen.

Los resultados obtenidos demuestran un porcentaje de germinación *in vitro* media para las especies estudiadas, en este sentido, el trabajo presenta nuevos valores de germinación *in vitro* de granos de polen para las cinco especies. Se recomienda realizar más trabajos en esta disciplina pues son la base para programas de mejoramiento y conservación de nuestros recursos genéticos.

CONCLUSIONES

El presente trabajo constituyó el primer estudio de la fertilidad masculina por germinación *in vitro* del grano de polen para las especies del género *Solanum* L. de Paraguay. Se estudiaron 5 especies de *Solanum* L. dentro del Campus Universitario, que fueron *S. americanum*, *S. chacoense*, *S. granulosum-leprosum*, *S. palinacanthum* y *S. sisymbriifolium*. Los resultados obtenidos demuestran un porcentaje de germinación *in vitro* media para las especies estudiadas, en este sentido, el trabajo presenta nuevos valores de germinación *in vitro* de granos de polen para las cinco especies. Se recomienda realizar más trabajos en esta disciplina pues son la base para programas de mejoramiento y conservación de

nuestros recursos genéticos.

FINANCIACIÓN

La investigación fue presentada por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales financiado con fondos de investigación del Rectorado de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Convocatoria 2017.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, R., Dos Santos, M. R. A. & Smozinski, C. (2014). Flora DE RONDÔNIA, Brasil: *Solanum* L. (Solanaceae). *Embrapa Rondônia-Livro científico (ALICE)*, 84-88.
- Agra, M. F. de, Nurit-Silva, K. & Berger, L.R. (2009). Flora of Paraíba, Brasil: *Solanum* L. (Solanaceae). *Acta Bot. Bras.*, 23(3), 826-842.
- Barboza, G., Zuloaga, F. O., Belgrano, M. J. & Anton, A. M. (2013). *Flora argentina: flora vascular de la República Argentina*. Dicotyledoneae. Buenos Aires: IBODA – IMBIV.
- Castroviejo, S. (2012). *Flora ibérica: Solanum*. (SMILACACEAE-ORCHIDACEAE, XXI). Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC.
- Cosa, M. T., Bruno, G. & Dottori, N. (1998). Anatomía de los órganos vegetativos en *Solanum juvenale* y su comparación con *S. elaeagnifolium* (Solanaceae). *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot.*, 69 (1), 9-22.
- Cosa, M. T., Hadid, M., Dottori, N. & Bruno, G. (2002). Anatomía de órganos vegetativos en *Solanum palinacanthum*, *S. sisymbriifolium* y *S. eucanthum* (Solanaceae). *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot.*, 73(1), 27-38.
- De Egea, J., Mereles, F., Peña-Chamorro, M. & Céspedes, G. (2016). Checklist for the crop weeds of Paraguay. *Phytokeys*, 73, 13-92.
- França, L. V., Nascimento, W., Carmona, R. & Freitas, E.R. (2010). Tolerância à dessecação de pólen de berinjela. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(1), 53-59.
- Garduño-Tamayo, N. A., Núñez-Colín, C. A., Pecina-Quintero, V., Montero-Tavera, V., Montes-García, N., González-Chavira, M. M. & Anaya-López, J. L. (2011). Desarrollo de un método eficiente para la germinación *in vitro* de polen de sorgo. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.*, 14(3), 901-906.
- Giacomin, L. L. (2010). *Estudos taxonômicos e filogenéticos de Solanum sect. Gonatotrichum Bitter (Solanoideae, Solanaceae) no Brasil. Tesis de Maestría*. Brasil: Universidade Federal de Minas Gerais, 132 p.
- González, M. E., Estévez, A., Castillo, J., Salomón, J. Moré, O. & Hernández, M.M. (2002). La calidad del polen: requisito indispensable para el mejoramiento tradicional de la papa en Cuba. *Revista latinoamericana de la Papa*, 13, 75-94.

- Hadid, M., Cosa, M. T., Dottori, N. & Liscovsky, I. J. (2007). Anatomía de la raíz de *Solanum sisymbriifolium* (Solanaceae). *Latin American Journal of Pharmacy*, 26(1), 10-14.
- La Porta, N. & Roselli, G. (1991). Relationship between pollen germination *in vitro* and fluorochromatic reaction in cherry clone F12/1 (*Prunus avium* L.) and some of its mutants. *The Journal of Horticultural Science*, 66(2), 171-175.
- Lagos, T. C., Caetano, C. M., Alirio Vallejo, F., Muñoz, J. E., Criollo, H. & Olaya, C. (2005). Caracterización palinológica y viabilidad polínica de *Physalis peruviana* L. y *Physalis philadelphica* Lam. *Agronomía colombiana*, 23(1), 55-61.
- Luchetti, A. M. (2001). Las Solanáceas de la Provincia de Santa Fe. *Natura Neotropicalis*, 32(2), 111-132.
- Martínez Pacheco, J. (2018). Germinación *in vitro* del polen de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). *Cultivos Tropicales*, 39(1), 102-107.
- Mereles, F. (2007). La diversidad vegetal en el Paraguay. En: Salas-Dueñas, D.A., Facetti, J.F. (eds.) *Biodiversidad del Paraguay, una aproximación a sus realidades*. Asunción: Fundación Moisés Bertoni, 89-105.
- Nee, M. (1993). Solanaceae II: Flora de Veracruz. Fascículo 72. Parte II. Xalapa, Veracruz, México: Instituto de Ecología, University of California, 158 p.
- Patiño, F., Condori, B. & Segales, L. (2008). *Atlas de especies silvestres y cultivadas de papa de Bolivia*. VBRFMA-BIOVERSITY. La Paz, Bolivia, 100 p.
- Picca, A. & Cardone, S. (2004). Polinización y fertilización *in vitro*. En: Echenique V., Rubinstein, C. y Mroginski, Luis (eds). *Bioteología y Mejoramiento Vegetal*. INTA. Parte III, Capítulo 4, 125-134 p.
- Pin, A., González, G., Marín, G., Céspedes, G., Cretton, S. & Christen, P. (2009). *Plantas Medicinales del Jardín Botánico de Asunción*. Municipalidad de Asunción, Asociación Etnobotánica Paraguaya. Asunción: Proyecto Etnobotánica Paraguaya, 441 p.
- Polini, G., Romero López, R., López Ramírez, A., Recalde, J. & Villamayor, N. (2013). *Comer del monte: Plantas útiles del Paraguay: Región del Chaco Central*. Asunción, Paraguay: COPI, 384p.
- Schvartzman, J. J. & Santander, V. M. (1996). Paraguay: informe nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos fitogenéticos. Asunción: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Tatis, H. A., Cardona Ayala, C. & Lugo Torres, E. (2012). Germinación del polen de berenjena (*Solanum melongena* L.) en condiciones *in vitro*. *Rev. Fac. Nac. Agrom. Medellín*, 65(2), 6637-6643.
- Thomson, J. D., Rigney, L. P., Karoly, K. M. & Thomson, B. A. (1994). Pollen viability, vigor, and competitive ability in *Erythronium grandiflorum* (Liliaceae). *American Journal of Botany*, 81(10), 1257-1266.
- Vogt, C. (2013). Composición de la flora vascular del Chaco Boreal, Paraguay III. Dicotyledoneae: Gesneriaceae-Zygophyllaceae. *Steviana* 5, 5-40.
- Zarlavsky, G. E. (2014). *Histología Vegetal: Técnicas simples y complejas*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Botánica, 198 p.
- Zuloaga, F. O. & Morrone, O. (Eds.) (1999). *Catálogo de la Plantas Vasculares de la República Argentina*. (Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, 74). Saint Louis, Missouri, U.S.A.: Missouri Botanical Garden Press.