

Plantas en peligro: Las Biotecnologías al rescate

Boeri Patricia y Dalzotto Daniela

“El alma se nutre a través del silencio, el estudio, el consumo justo, el contacto con la naturaleza y el conocimiento de uno mismo”.

Alberto D. Fraila Oliver.

La Biodiversidad brinda posibilidades de adaptación a la población humana, y a otras especies frente a las continuas variaciones del entorno. Sin embargo, en los últimos tiempos se han producido cambios globales en el uso de la tierra y éstos han desencadenado un conjunto de problemas ambientales que afectan directa o indirectamente las diferentes dimensiones de la biodiversidad (genes, especies y ecosistemas). La destrucción de hábitats para producir alimentos u otros productos agrícolas destinados al consumo representa la más severa y permanente amenaza a la biodiversidad global (Millennium Ecosystem Assessment, 2003). Esto ha generado que un número excesivo de especies se encuentren hoy en peligro o amenazadas. Muchas de ellas (incluso algunas no descubiertas aún) disminuyen sus poblaciones cada día, llegando a su extinción. Este es un proceso irreversible, que puede producirse por diferentes motivos y que se ha convertido en un tema de creciente preocupación pública. La desaparición de una especie puede ocasionar un desequilibrio inter-específico y ello puede afectar también el funcionamiento de un ecosistema

en su conjunto (PNUD/PNUMA/Banco Mundial/WRI, 2000; Baillie et al., 2004). En este sentido, desconocer la importancia que posee la biodiversidad como patrimonio natural es una de las principales causas de esta pérdida progresiva y acelerada de la misma.

Conflictos y dilemas: ¿cuántos?

Existen numerosas organizaciones que investigan y analizan el estado de conservación de la biodiversidad a nivel mundial tendientes a generar acciones de mitigación y prevención sobre nuestros impactos en el ambiente. Una de ellas es la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), creada en el año 1948. La UICN ofrece conocimientos y herramientas que colaboran con la mejora de la calidad de la vida, el desarrollo económico y la preservación de la naturaleza de manera integral⁷⁵. En 1963, la UICN propuso la elaboración de una Lista Roja de Especies Amenazadas en el mundo. Esta lista funciona como un inventario que expone el estado de conservación de la biodiversidad. Para ello, utilizan un sistema de criterios y categorías en las que se clasifica a las especies evaluadas por la organización, de acuerdo al nivel de amenaza al que se encuentra expuesta en la actualidad. Estas clasificaciones son (UICN, 2001; Delucchi, 2006; Delucchi y Correa 1992)

75 Buscan, mediante variados proyectos de conservación, combinar la tecnología, ciencia moderna y los conocimientos de poblaciones locales para crear soluciones a los actuales problemas de pérdida de hábitats, fomentando la recuperación de los ecosistemas.

Categoría	Descripción
Extinto (EX)	Cuando no se ha podido detectar un solo individuo en ninguno de sus hábitats, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica.
Extinto en estado silvestre (EW)	Aquellas que sobrevive en cultivo, cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original.
En peligro crítico (CR)	Especies que se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre.
En peligro (EN)	Cuando se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción muy alto en estado de vida silvestre.
Vulnerable (VU)	Cuando se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre.
Casi amenazado (NT)	Aquellas que han sido evaluadas según los criterios y no satisfacen los criterios para las categorías de bajo amenaza, pero está próximo, o lo estará en un futuro cercano.
Preocupación menor (LC)	Especies que, habiendo sido evaluado, no cumplen ninguno de los criterios que definen las categorías de bajo amenaza. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.
Datos insuficientes (DD)	Cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población, esto genera la posibilidad de investigaciones a futuros para comprobar el estado de amenaza de la especie.
No evaluado (NE)	Aquellas que no han sido clasificadas en relación a estos criterios.

Así, se sabe que de las 63.837 especies evaluadas por la UICN, 19.817 están amenazadas de extinción. De éstas, hay 503 especies de plantas presentes en Argentina. Una de ellas se ha registrado como extinta en estado silvestre (EW). Setenta especies (lo que representa aproximadamente un 14%), se encuentran bajo estado de amenaza.

Dentro de éstas, siete están en peligro crítico (CR), veintiuno en peligro (EN) y cuarenta y dos en estado vulnerable (VU). Por otro lado, veintitrés especies se encuentran casi amenazadas (NT), de otras veintiuna especies se posee datos insuficientes (DD) y trescientas ochenta y ocho se categorizan como de preocupación menor (LC) (Figura 1).

Plantas argentinas registradas por la RedList y sus categorías

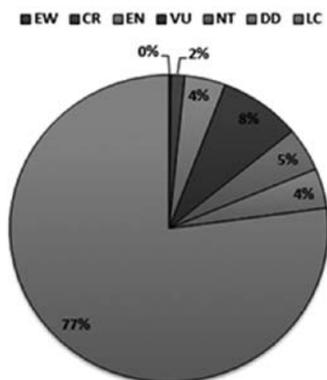


Figura 1: Datos extraídos de los sumarios estadísticos sobre número de especies de plantas en cada categoría de la Lista Roja de la UICN, en el año 2017. http://www.iucnredlist.org/about/summary-statistics#Tables_5_6

En el mismo año que se presenta la Lista Roja de Especies Amenazadas, la UICN redactó la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), un acuerdo internacional al que los países se adhieren voluntariamente. Éste tiene por finalidad verificar que el comercio internacional de especies de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para la supervivencia de los mismos. De acuerdo a lo presentado en esta Convención, cada especie se clasifica en Apéndices según el grado de amenaza a la que se encuentre expuesta a causa del comer-

cio internacional. En el Apéndice I se incluyen aquellas en peligro de extinción, en el Apéndice II aparecen aquellas que no se encuentran amenazadas pero que de todas formas es necesario regular su comercio, y el Apéndice III, donde aparecen especies que han sido protegidas por un país y solicitan ayuda a otros integrantes de la CITES para controlar su comercio. Actualmente, 175 países forman parte de la CITES, Argentina ingresó en el año 1981 y hasta el día de la fecha participa en la protección de casi 300 especies vegetales, de las cuales solo cuatro figuran como especies amenazadas: *Araucaria araucana* (araucaria), *Fitzroya cupressoides* (alerce), *Pilgerodendron uviferum* (ciprés de las Guaitecas) y *Podocarpus pariatorei* (pino de cerro).

Argentina tiene la particularidad de ser el país templado más extenso de Sudamérica, y si consideramos la diversidad a nivel de especie, éste es uno de los 25 países con mayor riqueza específica y de endemismos⁷⁶ del mundo (Caldecott *et al.*, 1996; Zuloaga *et al.*, 2008). A pesar de ello, se desconoce el estado de conservación de la mayoría de las especies en los registros de la IUCN (2016). En nuestro país, hay alrededor de 9.938 especies de plantas vasculares, llamadas comúnmente plantas superiores⁷⁷. El 20% de ellas son endémicas (FAO 2008; Zuloaga *et al.*, 2008).

Las especies vegetales argentinas que figuran en la Lista Roja de la IUCN representan un 5% de la totalidad que se calcula que tenemos, y la CITES protege alrededor de un 3% (Figura 2). Del análisis de estas cifras, se desprende que en nuestro país, el conocimiento sobre el estado de conservación de las especies de plantas vasculares es mucho menor respecto al de otros grupos.. La información existente es escasa y difusa. Delucchi, en el año 1992, tuvo un primer acercamiento en la temática con una investigación en la provincia de Buenos Aires, actualizada más tarde, en el año 2006. En ella presenta una

76 Endemismo es un término utilizado en Biología para indicar que la distribución de un taxón o especie está limitado a un ámbito geográfico reducido, no encontrándose de forma natural en ninguna otra parte del mundo.

77 Comprenden los helechos, las coníferas o Gimnospermas y las plantas con flores o Angiospermas

revisión del status de amenaza de las especies de plantas vasculares nativas de la Provincia de Buenos Aires. Actualmente no se dispone de un inventario oficial que presente el estado de conservación de las especies vegetales nativas de la República Argentina. En este orden de ideas, resulta necesario contar con información genuina a nivel nacional, debidamente revisada y actualizada periódicamente, a fin de generar mayor conocimiento sobre este recurso tan esencial para la humanidad. Trabajos como los mencionados previamente deberían realizarse en cada Provincia Argentina, de manera de poder complementar y generar información científicamente validada.

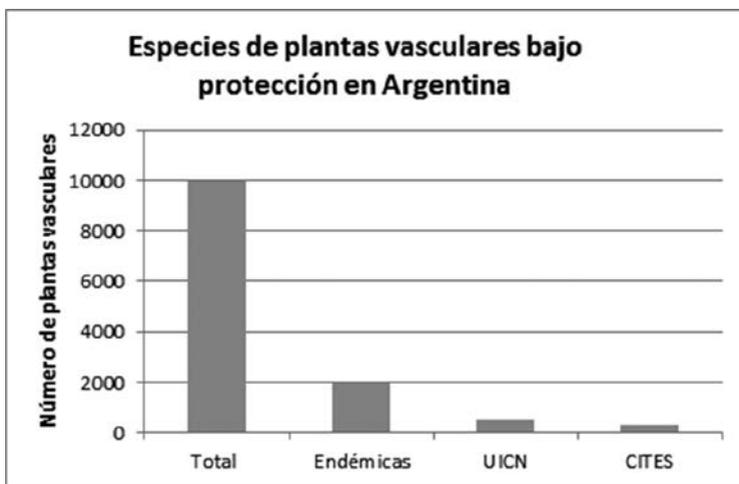


Figura 2. Total: número conocido de especies de plantas vasculares en Argentina (FAO, 2008); Endémicas: alrededor de 1900 especies endémicas en el país (FAO, 2008). UICN: 500 especies de plantas argentinas categorizadas en la RedList y CITES: Incluye aproximadamente 300 especies vegetales argentinas dentro de sus categorías.

La falta de conocimiento de los recursos naturales con los que cuenta un país y sus potencialidades, es uno de los factores críticos que obstaculiza el desarrollo de una Nación. A pesar de ello, el conocimiento sobre nuestro patrimonio biológico nacional, es todavía

fragmentario y limitado mientras que muy pocos saberes ancestrales y/o populares han sido validados mediante ensayos y análisis químico. Son escasas las investigaciones sobre la ecología, genética y fisiología de las especies nativas, así como de sus modos de propagación y sus posibles aplicaciones (Hong *et al.*, 1998; Pritchard, 2002). Esta información posee un gran valor bio-ecológico y resulta fundamental para abordar estrategias de conservación de la biodiversidad y de nuestro patrimonio natural y cultural (De Viana *et al.*, 2011).

Propiedades de las plantas, usos y estrategias de conservación

Gracias a la ciencia animales y plantas en peligro de extinción podrían tener una nueva oportunidad. Fundamentalmente, aquellas plantas que tienen un uso medicinal por parte de los humanos. Las plantas constituyen una fuente natural de compuestos bio-activos que han sido detectados e identificados a partir del conocimiento que poseen las comunidades indígenas a lo largo del tiempo, producto de una íntima relación con el ambiente y los organismos que los rodean.

En Argentina, más del 45% de las especies aún no han sido químicamente analizadas y el 58% no han sido probadas farmacológicamente, por lo que resulta necesario generar mayor conocimiento, tanto de la composición química como de la actividad biológica de nuestra flora medicinal (Barboza *et al.*, 2009). Por otra parte, esta situación se ve agravada con la constante fragmentación de los hábitats naturales y la pérdida de especies. En los últimos años, Argentina ha enfrentado uno de los procesos de transformación de sus bosques nativos de mayor dimensión de su historia⁷⁸ y este proceso no se de-

78 Tomando en consideración que los registros oficiales indican que en el año 1914, la Argentina era un país forestal que contaba con más de 100 millones de hectáreas de bosques. Un 35 por ciento de su superficie estaba ocupada por bosques naturales. Se deduce que en menos de un siglo, se perdieron dos tercios del patrimonio forestal como consecuencia de la deforestación, entre otros factores

tiene. Numerosas especies de la flora nativa Argentina que poseen propiedades terapéuticas y/o principios bio-activos se encuentran en peligro o amenazadas (Delucchi, 2006; Delucchi y Correa 1992; IUCN, 2016). En los últimos años, el fortalecimiento de las políticas ambientales relacionadas con la conservación han promovido un aumento en la demanda de semillas de especies nativas, que constituyen el material básico para los programas de recuperación, enriquecimiento y conservación de ecosistemas (Carvalho, 2006). Surge entonces la necesidad de emprender acciones complementarias e integradas de conservación *in situ* y *ex situ* (Convenio de la Diversidad Biológica, 1992).

Dado la urgencia en preservar especies en peligro se han buscado distintos enfoques. Una estrategia es la biotecnología. Gracias a técnicas como la clonación, la crioconservación, las huellas genéticas, la ciencia ha encontrado la forma de reproducir plantas en peligro para garantizar la diversidad genética. Las biotecnologías permiten un mejor uso y manejo sustentable de los recursos naturales, no sólo desde el punto de vista del beneficio económico, sino también a nivel de la conservación de las especies (Melgarejo *et al.*, 2002).

Biotecnología para la conservación de la biodiversidad

Hay tres técnicas principales de la biotecnología que pueden ayudar a los programas de conservación, caracterización y propagación de plantas en peligro de extinción: *la Biología Molecular (marcadores moleculares)*; *el Cultivo de Tejidos in vitro*⁷⁹) y *la Crio-conservación* (serie de técnicas que permiten conservar, a largo plazo, material vegetal vivo a muy bajas temperaturas, próximas a -196 °C El cultivo *in vitro* (CTV), ha permitido el desarrollo de metodologías de con-

79 El término genérico “cultivo de tejidos vegetales” involucra a diferentes técnicas de cultivo de material vegetal (células desprovistas de su pared celular, células, tejidos, órganos y plantas completas) bajo condiciones controladas y en forma aseptica.

servación de material vegetal (Toribio y Celestino, 2000). El CTV es muy utilizado para clonar plantas de manera comercial, fundamentalmente por dos vías de regeneración: embriogénesis somática (ES) y organogénesis (ORG)⁸⁰. La regeneración de plantas y la crio-conservación resultan imprescindibles como estrategias de conservación *ex situ* y de intercambio de germoplasma de especies nativas. Proporcionan una garantía adicional contra los riesgos inherentes a la conservación *in situ* (pérdidas por enfermedad, cambio climático, entre otros). Además, tanto los bancos de semillas como la crio-conservación permiten la subsistencia a largo plazo de una base genética más amplia. Las biotecnologías ayudan a abordar las demandas económicas y ambientales futuras sobre las especies que ya están en riesgo. Actualmente, existe un gran interés por aplicar el cultivo de tejidos⁸¹ en especies nativas, en especial en aquellas donde la propagación por métodos convencionales no es eficiente o presentan problemas de germinación y/o emergencia a campo. Ya hay varias *recetas* para poder propagar plantas por CTV aplicadas a la conservación *ex situ* de especies nativas. Gran parte de estos estudios sirven para la propagación *in vitro* de plantas nativas, en las que además se han detectado e identificados diferentes principios activos. La propagación vegetativa ha sido ampliamente utilizada en distintas fases de los programas de conservación y el mejoramiento de muchas especies.

80 La morfogénesis se define como la formación o la génesis de órganos y comprende el crecimiento y la diferenciación celular. En la organogénesis se produce la formación de tallos, raíces u otras estructuras y en la embriogénesis se forman embriones que al germinar dan lugar a una planta. En ambos casos, el proceso se genera a partir de células somáticas

81

El caso del Ombusillo, LA BIOTECNOLOGIA AL RESCATE!

Phytolacca tetrámera, conocida como *ombusillo* es un arbusto, endémico del NE de Buenos Aires, que enfrenta actualmente una gran degradación en su lugar de distribución. La aplicación de diferentes técnicas biotecnológicas ha permitido establecer una receta útil para obtener miles de plantas en poco tiempo y en el laboratorio (Basiglio Cordal *et al.*, 2014). Varios autores han destacado que esta especie es de interés medicinal. Tiene principios fungicidas (Escalante, 2002) y otras con propiedades diuréticas y desinfectantes de las vías urinarias (Ricciardi, Chifa, 1998). Por las características que presenta esta especie, fundamentalmente las propiedades medicinales que posee, el endemismo y la degradación que su hábitat enfrenta actualmente, el Vivero Experimental del Complejo Ambiental Villa Domínico, CEAMSE junto con el Centro Experimental de Propagación Vegetal (CEPROVE) de la Universidad Nacional de La Plata, trabajan en varias estrategias conjuntas a fin de apoyar programas de conservación *in situ* y *ex situ*, su caracterización y posterior domesticación.

Las diferentes biotecnologías están siendo cada vez más aplicadas en la caracterización de la diversidad vegetal y asistencia a los programas de conservación de especies vegetales. La posibilidad de regenerar plantas a partir de células, tejidos u órganos cultivados *in vitro* ha conducido a la utilización de las diferentes modalidades del cultivo de tejidos para la preservación de germoplasma. El cultivo de tejidos ha tenido un gran impacto en la conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos, ya que constituye una vía excelente de preservación de especies, y permite el intercambio de germoplasma entre países. Así, la micropropagación de muchas especies vulnerables en las que se han detectado diferentes principios activos, ha sido evaluada y en algunos casos se ha logrado una metodología exitosa de propagación mediante diferentes procedimientos de cultivo de tejidos. Estos pro-

cedimientos permiten obtener un sinnúmero de individuos en excelente estado fitosanitario, por lo que pueden ser utilizados para la conservación *ex situ* de estas especies vegetales.

Con biotecnología clonarán especies de la selva misionera en peligro de extinción

Un equipo de investigadores clonará especies vegetales de la selva misionera en peligro de extinción, en gran medida a causa del deterioro generado por la tala indiscriminada de bosques. El 35% de la superficie de la Argentina estaba ocupada por bosques naturales; estiman que en menos de un siglo, se han perdido dos tercios del patrimonio forestal del país. El objetivo principal de este trabajo es el desarrollo de procedimientos de clonación del germoplasma nativo mediante el uso de las herramientas que ofrece la biotecnología vegetal a fin de ser utilizados en programas estratégicos de recuperación de especies en peligro. ¿Qué criterios se tendrían en cuenta para elegir las especies a clonarse? Fundamentalmente serían aquellas de mayor importancia económica que han despertado el interés del sector maderero: *Balfourodendron riedelianum* (guatambú), *Cordia trichotoma* (peteribi), *Myrocarpus frondosus* (inciense); como así también distintas especies del género *Cedrela* (Meliaceae) que debido a las características de su madera (color, veteado, densidad y facilidad para ser trabajada en aserrado y carpintería), generó una intensa explotación. En línea en: <http://www.agenciacyta.org.ar/2011/05/con-biotecnologia-clonaran-especies-de-la-selva-misionera-en-peligro-de-extincion/>

Estado actual de plantas de reconocido uso medicinal de Argentina

Las plantas constituyen una potencial fuente de bienes y servicios, que ha sido subvalorada por la mayoría de las personas, quienes desconocen los beneficios que les otorgan en su vida cotidiana, como alimentos, medicamentos, madera, papel, valor paisajístico, fijación de carbono, recreación, producción de oxígeno, y hasta la regulación del clima. Generar conocimientos sobre la Biodiversidad en general y los recursos fitogenéticos en particular, nos permitiría implementar nuevas estrategias de conservación tendientes a establecer un equilibrio entre la conservación y permanencia de las especies, y la utilización de las mismas para el sustento humano, sin comprometer nuestros recursos. Como aporte a este conocimiento, la Tabla 1 presenta una revisión y una lista de plantas medicinales de Argentina que encuentran amenazada su existencia (Delucchi, 2006; Delucchi y Correa, 1992; IUCN, 2016) y en las que, por otra parte, existen evidencias empíricas y/o científicas de que poseen propiedades terapéuticas y/o principios bioactivos (Barboza *et al.*, 2009). Se detalla además las especies nativas endémicas, de acuerdo al catálogo on line de “Plantas Vasculares de la República Argentina” (<http://www.floraargentina.edu.ar>).

Tabla 1. Plantas medicinales amenazadas de Argentina, indicando aquéllas en las cuales existen algunos avances en cultivo de tejidos y su autor. Se indica además el nombre científico de cada especie y, en los casos donde existen antecedentes de microporpagación, el tipo de respuesta in vitro obtenida que brinda la posibilidad de rescatarlas (embriogénesis, organogénesis, crioconservación). (1) Categoría de amenaza propuesta por IUCN (2016); (2) propuesta por Delucchi (2006); (3) propuesta por Delucchi y Correa (1992). € Especie endémica de la Argentina (www.floraargentina.edu.ar). (VU): Vulnerable; (EX): Extinto; (EN): en peligro; (I): Indeterminada; (R): Rara; (K): insuficientemente conocida; (CR) Críticamente en peligro; (ORG): Organogénesis (ES): Embriogénesis Somática.

NOMBRE CIENTIFICO	CATEGORIA DE AMENAZA	RESPUESTA OBTENIDA	AUTOR/ES
<i>Acacia albicorticata</i> Burkart (1)	VU	X	
<i>Acaena myriophylla</i> Lindl.(2)	VU	X	
<i>Acantholippia seriphoides</i> (A. Gray) Moldenke (2)	VU	ORG	Boeri <i>et al.</i> , 2017
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.(3)	K	X	
<i>Adiantum chilense</i> Kaulf. (2)	E	X	
<i>Adiantum thalictroides</i> Willd. ex Schtdl. f. bottini Giudice & Nieto (2)	EN	X	
<i>Amaranthus vulgarissimus</i> Speg. (2)	VU	X	
<i>Amblyopetalum coccineum</i> (Griseb.) Malme (3)	R	X	
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze (1)	EN	ORG / ES	Astarita y Guerra, 2000; dos Santos <i>et al.</i> , 2008.
<i>Araucaria araucana</i> (Molina) K. Koch (1)	EX	ES	Steiner <i>et al.</i> , 2005; Santos <i>et al.</i> , 2002; Astarita y Guerra, 1998;
<i>Aristolochia macroura</i> Gómes (3)	VU	X	
<i>Aristolochia stuckertii</i> Speg.(3)	VU	X	
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg. (1)	EN	ES	Ribas <i>et al.</i> , 2000.
<i>Atriplex lampa</i> (Moq.) D. Dietr.(3)	R	ORG	Estomba <i>et al.</i> , 2010.
<i>Atriplex undulata</i> (Moq.) D. Dietr.(2)	VU	Cultivo de callos en estrés salino	Smith y McComb, 1981.
<i>Baccharis triangularis</i> Hauman (2)	VU	X	
<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engl. (Engl.)(1)	EN	ORG	Niella <i>et al.</i> , 1996.
<i>Begonia cucullata</i> var. <i>spatulata</i> (Lodd.) Golding A. St-Hill (3)	VU	X	
<i>Blechnum penna-marina</i> (Poir.) Kuhn (2)	VU	X	
<i>Bredemeyera microphylla</i> (Griseb.) Hieron. var. <i>microphylla</i> (3)	R	X	
<i>Brugmansia suaveolens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Bercht. & J. Presl (1)	EX	ORG	Shekhawat, 2012
<i>Caesalpinia paraguariensis</i> (D. Parodi) Burkart (1)	VU	X	
<i>Callaeum psilophyllum</i> (A. Juss.) D. M. Johnson (3)	R	X	

<i>Calliandra parvifolia</i> (Hook. & Arn.) Speg. (2)	VU	X	
<i>Callitriche terrestris</i> Raff (Fassett) ssp. <i>subsessilis</i> (3)	R	X	
<i>Camptosema rubicundum</i> Hook. & Arn (3)	R	X	
<i>Capparis atamisquea</i> Kuntze (3)	K	X	
<i>Capparis tweediana</i> Eichler (3)	EX	X	
<i>Cardionema ramosissima</i> (Weinm.) A. Nelson & J.F.Macbr. (3)	R	X	
<i>Cedrela fissilis</i> Vell. (1)	EN	ORG / ES	Nunes <i>et al.</i> , 2007 Vila <i>et al.</i> , 2009
<i>Cedrela odorata</i> L. (1)	VU	ORG / ES	Peña-Ramírez <i>et al.</i> , 2010; 2011; Cameron, 2010.
<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol (3)	V	X	
<i>Cheilanthes buchtienii</i> (Rosenst.) R. M. Tryon	R	X	
<i>Chuquiraga erinacea</i> D.Don ssp <i>hystrix</i> (Don) C. Ezcurra (2)	VU	X	
<i>Cypella herbertii</i> (Lindl.) Herb. ssp <i>wolffhuegeli</i> (Hauman) Ravenna (2)	VU	X	
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde (3)	R	X	
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong (2)	VU	Crio-conservación	Pilatti <i>et al.</i> , 2011.
<i>Eupatorium artemisiifolium</i> Griseb. (2)	VU	X	
<i>Eupatorium buniifolium</i> Hook. & Arn. var <i>saucechicoense</i> (Hieron.) Ariza (2)	CR		
<i>Euphorbia hirta</i> var. <i>ophthalmica</i> (Pers.) Allem & Irgang (3)	R	X	
<i>Fitzroya cupressoides</i> (Molina) I.M. Johnst. (1)	EP	ORG	Vidal Cob-Uicab <i>et al.</i> , 2011
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.ssp <i>alluviale</i> (Ehrend.) Dempser (2)	VU	X	
<i>Gamochoaeta platensis</i> (Cabrera) Cabrera (2)	VU	X	
<i>Glandularia pulchella</i> (Sweet) Tronc. var <i>gracilior</i> Tronc. (2)	CR	X	
<i>Gutierrezia gilliesii</i> Griseb. (2)	R	X	
<i>Hieracium tandilense</i> Sleumer (2)	CR	X	

<i>Huperzia saururus</i> (Lam.) Trevis. (2)	EN	Germinación <i>in vitro</i>	Whittier,1998.
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don (1)	VU	ORG	Yang <i>et al.</i> , 2012.
<i>Kageneckia lanceolata</i> Ruiz & Pav. (1)	VU	X	
<i>Kyllinga odorata</i> Vahl Cantero <i>et al.</i> s.n.(3)	VU	X	
<i>Larrea cuneifolia</i> Cav (3)	K	X	
<i>Larrea nitida</i> Cav (3)	K	X	
<i>Lepidium tandilense</i> Boelcke (2)	VU	X	
<i>Maihueniopsis darwinii</i> (Hensl.) F. Ritter var <i>hickenii</i> (Britton & Rose) R. Kiesling (2)	VU	X	
<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reissek (3)	R	ORG	Pereira <i>et al.</i> , 1992.
<i>Maytenus vitis-idaea</i> Griseb.(3)	R	Germinación <i>in vitro</i>	Bueno <i>et al.</i> , 2009
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel (2)	EX	X	
<i>Mimosa rocae</i> Lorentz & Niederl. (2)	VU	X	
<i>Mimosa tandilensis</i> Speg. (2)	VU	X	
<i>Nierembergia linariaefolia</i> Graham (2)	VU	ORG	Faroni, <i>et al</i> Soto <i>et al.</i> , 2003,
<i>Oncidium bifolium</i> Sims (2)	VU	Germinación <i>in vitro</i> , Crio-conservación / ORG	Flachsland <i>et al.</i> , 2006; Kalimuthu <i>et al.</i> , 2007
<i>Opuntia sulphurea</i> Gillies ex Salm-Dyck var. <i>pampeana</i> (Speg.) Backeb (2)	VU	X	
<i>Passiflora misera</i> Kunth (2)	VU	X	
<i>Pfaffia tuberosa</i> (Spreng.) Hicken (3)	R	ORG / ES y germinación	Flores <i>et al.</i> , 2006;2008; 2013
<i>Plantago berroi</i> Pilg (2)	VU	X	
<i>Plantago tandilensis</i> (Pilg.) Rahn (2)	VU	X	
<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf. (2)	VU	Germinación de esporas	Reyes Jaramillo <i>et al.</i> , 2003.
<i>Poiretia tetraphylla</i> (Poir.) Burkart (3)	VU	X	Flores <i>et al.</i> , 2008; 2013
<i>Polycarpon suffruticosum</i> Griseb.(3)	R	X	
<i>Polygala australis</i> A.W. Benn. (2)	R	X	

<i>Polygala pulchella</i> A. St.-Hil. & Moq (2)	K	X	
<i>Polygala stenophylla</i> A. Gray (2)	VU	X	
<i>Porophyllum obscurum</i> (Spreng.) DC.(3)	K	X	
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass. (3)	K	ORG	Saxena <i>et al.</i> , 2006.
<i>Prosopanche americana</i> (R.Br.) Baill. (3)	K	X	
<i>Prosopanche bonacinae</i> Speg. (3)	VU	X	
<i>Prosopis alba</i> Griseb. (2)	VU	ORG	Tabone <i>et al.</i> , 1986; Jordan <i>et al.</i> , 1985 Castillo de Meier y Bovo, 2000
<i>Prosopis caldenia</i> Burkart (2)	VU	ORG	Verdes, 2007; Cedr�s Gazo, <i>et al.</i> ,2015
<i>Prosopis flexuosa</i> DC. (3)	EN	x	
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq. (3)	R	Cultivo de células	Lopes, <i>et al.</i> , 2000
<i>Pterocaulon lorentzii</i> Malme (3)	VU	X	
<i>Pterocaulon virgatum</i> (L.) DC. (3)	K	X	
<i>Salvia pallida</i> Benth (3)	R	X	
<i>Schinus johnstonii</i> F.A. Barkley (2)	VU	X	
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link (3)	K	ORG	Isah y Mujib, 2013.
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng. (3)	EX	X	
<i>Solanum palitans</i> C.V. Morton (2)	R	X	
<i>Spigelia humboldtiana</i> Cham. & Schltidl (3)	I	X	
<i>Suaeda divaricata</i> Moq.(3)	R	X	
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman(2)	EX/EN	Germinación <i>in vitro</i> del grano de polen	Sousa <i>et al.</i> , 2010.
<i>Ximenia americana</i> L (3)	K	ORG	Bezerra y Jordão, 2003
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. <i>Fagara rhoifolia</i> (Lam.) Engl (3)	R	X	

Consideraciones finales

El valor de la biodiversidad para el futuro de la humanidad es incalculable. En un mundo como el nuestro, con necesidades y presiones ambientales cambiantes, en el que la producción intensiva juega un rol fundamental, se hace muy necesario fomentar el conocimiento y la conservación de los recursos genéticos. El desafío adaptativo para la especie humana reside en garantizar el crecimiento y el desarrollo de cada país y al mismo tiempo garantizar la seguridad alimentaria y ecológica a largo plazo. El éxito que se obtenga depende de los objetivos que propongamos, de la elección de técnicas que apliquemos y de las tecnologías e inversiones que estemos dispuestos a promover donde más se necesita.

Hoy la conservación *ex situ* e *in situ* de la variedad de especies, constituye una prioridad, así como también la búsqueda y re-significación de los conocimientos ancestrales de las comunidades locales y los diversos grupos indígenas. La biotecnología es una de las tantas herramientas que poseemos para la conservación de especies. Aporta instrumentos valiosos que permiten optimizar el aprovechamiento tradicional que le damos a la biodiversidad y aseguran, al mismo tiempo, su conservación y caracterización, siempre ampliando la posibilidad de utilizarla de manera sustentable. La base consiste en conocer nuestro patrimonio natural. La información derivada del conocimiento de la biodiversidad, puede convertirse en procesos, métodos, herramientas o productos útiles para la humanidad y la salud de los ecosistemas. Para ello, es necesario emprender estudios sistemáticos de caracterización de la variedad biológica que tenemos a nuestro alcance. Por último, resulta necesario mencionar que estos avances científicos y tecnológicos deben complementarse con políticas de financiación nacional e internacionales sustentables, que permitan incentivar la conservación a largo plazo de muchas especies nativas (y de la diversidad vegetal) y que brinden oportunidades de desarrollo para las poblaciones locales. Entonces, a modo de avance

en esta área, habrá que proponer nuevos enfoques para la evaluación, el seguimiento y la restauración de la diversidad biológica. El desafío para los países ricos en biodiversidad como Argentina, es apuntar a la conservación en todas sus dimensiones e incluir metas y objetivos sustentables al aprovechamiento de la diversidad biológica dentro de un programa de desarrollo nacional, en beneficio de la sociedad y del ambiente que la rodea.

Bibliografía

- Arora, R., & Bhojwani, S.S. (1989). In vitro propagation and low temperature storage of *Saussurea lappa* CB Clarke- An endangered, medicinal plant. *Plant Cell Reports*, 8(1), 44-47.
- Assessment, M. E. (2003). Conceptual framework (pp. 1-25). Washington, DC, Island Press.
- Astarita, L.V., & Guerra, M.P. (1998). Early somatic embryogenesis in *Araucaria angustifolia*- induction and maintenance of embryonal-suspensor mass cultures. *Braz J Plant Physiol*, 10, 113-118.
- Astarita, L.V., & Guerra, M.P. (2000). Conditioning of the culture medium by suspension cells and formation of somatic proembryo in *Araucaria angustifolia* (Coniferae). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 36(3), 194-200.
- Baillie, J., Hilton-Taylor, C., & Stuart, S.N. (2004). 2004 IUCN red list of threatened species: a global species assessment. IUCN.
- Barboza, G. E., Cantero, J. J., Núñez, C., Pacciaroni, A., & Ariza Espinar, L. (2009). Medicinal plants: A general review and a phytochemical and ethnopharmacological screening of the native Argentine Flora. *Kurtziana*, 34(1-2), 7-365.
- Bezerra, S. M., & Jordão, G.P. (2003). In vitro clonal mass propagation of *Ximenia americana* L. *Fruits*, 58(3), 175-178.
- Boeri, P., Romero Alves M., Dalzotto D. y Sharry S. (2017). Resultados preliminares del cultivo de tejidos de tomillo de monte: Acan-

- tholippia seriphioides* (A. Gray) Moldenke. Actas del XI Simposio Nacional de Biotecnología. Redbio Argentina Bahía Blanca. Disponible en <http://www.redbioargentina.org.ar/simposio-2017-bahia-blanca/>. Último acceso: octubre 2017.
- Bueno, M., Alzugaray, C., Giubileo, G., Severin, C., & Carnevale, N. (2009). Evaluación de la calidad fisiológica de semillas de *Maytenus vitis-idaea* cultivadas in vitro. *Bosque (Valdivia)*, 30(3), 146-150.
- Caldecott, J.O., Jenkins, M.D., Johnson, T.H., & Groombridge, B. (1996). Priorities for conserving global species richness and endemism. *Biodiversity and conservation*, 5(6), 699-727.
- Cameron, S.I. (2010). Plant regeneration in Spanish cedar, *Cedrela odorata* L., using zygotic embryo explants from mature seed and improvement of embryogenic nodule initiation by heat shock. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 46(2), 126-133.
- Carvalho, R.T.; Da Silva E.A., & A.C. Davide. (2006). Storage behaviour of forest seeds. *Revista Brasileira de Sementes* 28 (2): 15-25.
- Castillo de Meier, G.C. & O.A. Bovo. 2000. Plant regeneration from single nodal-stem explants of legume tree *Prosopis alba* (Griseb). *Biocell* 24 (2): 89-95.
- Cedrés Gazo, M.; Boeri, P.; Dalzotto, D.; Barrio, D.; Baffoni, J.C y Sharry, S. (2015). Organogénesis in vitro de *Prosopis caldenia*”. Actas del Simposio Redbio 2015, Argentina. San Miguel de Tucumán.
- Clausen, A. M., Ferrer, M. E., & Formica, M. B. (2008). Informe Nacional sobre el estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación, 10.
- Naciones Unidas (1992). Convenio de la Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>.
- de Viana, M.L., Morandini, M.N., Giamminola, E.M., & Díaz, R.C. (2011). Conservación ex situ: un banco de germoplasma de especies nativas. *Lhawet*, 1, 35-41.
- Delucchi, G. (2006). Las especies vegetales amenazadas de la Provincia de Buenos Aires: una actualización. *APRONA Bol. Cient.* 39: 19-31.

- Delucchi, G. & R. F. Correa. (1992). Las especies vegetales amenazadas de la Provincia de Buenos Aires. En H. L. López y E. P. Tonni (eds.). Situación ambiental de la Provincia de Buenos Aires. A. Recursos y rasgos naturales en la evaluación ambiental 2 (14): 1-39. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. La Plata.
- dos Santos, A.W., Steiner, N., Guerra, M.P., Zoglauer, K., & Moerschbacher, B.M. (2008). Somatic embryogenesis in *Araucaria angustifolia*. *Biologia Plantarum*, 52(1), 195-199.
- Estomba, D., Fernandez, H.M., & Stella, A.M. (2010). Antioxidantes y porfirinas de *Adesmia boronioides*, *Larrea divaricata* y *Atriplex lampacultivadas* in vitro. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 42(2), 135-142.
- FAO (2008). Informe sobre el establecimiento del mecanismo y el estado de aplicación del plan de acción mundial en la Argentina. www.fao.org/docrep/013/i15/i1500e/argentina.pdf (consultado el 9 de noviembre de 2011).
- Faroni, A., Mata, D., & Hompanera, N. Influencia del explanto inicial en la conservación de *Nierembergia linariaefolia*.
- Flachsland, E., Terada, G., Scocchi, A., Rey, H., Mroginski, L., & Engelmann, F. (2006). Cryopreservation of seeds and in vitro-cultured protocorms of *Oncidium bifolium* Sims. (Orchidaceae) by encapsulation-dehydration. *CryoLetters*, 27(4), 235-242.
- Flores, R., Maldaner, J., & Nicoloso, F.T. (2006). Optimization of the micropropagation of *Pfaffia tuberosa* (Spreng.) Hicken. *Ciência Rural*, 36(3), 845-851.
- Flores, R., Nicoloso, F.T., de Vasconcellos, N.J., Maldaner, J., & Garlet, T.M.B. (2008). Embriogênese somática e organogênese indireta em *Pfaffia tuberosa* (Spreng.) Hicken. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(S2), pg-993.
- Flores, R., Uliana, S.C., Pimentel, N., & Garlet, T.M.B. (2013). Sacarose e sorbitol na conservação in vitro de *Pfaffia tuberosa* (Spreng.)

- Hicken (Amaranthaceae). *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 4(3).
- Franco, T. (2008). Los bancos de germoplasma en las Américas. *Recursos Naturales y Ambiente*, (53), 80-83.
- Flora Argentina. *Plantas Vasculares de la República Argentina*. Catálogo on-line
<http://www.floraargentina.edu.ar/>. Ultimo acceso marzo 2017.
- Hong, T.D., Linington, S.H., & Ellis, R.H. (1998). *Compendium of Information on Seed Storage Behavior*, two volumes. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- Iriondo, J. M., & Pérez, C. (1990). Micropropagation of an endangered plant species: *Coronopus navasii* (Brassicaceae). *Plant cell reports*, 8(12), 745-748.
- Isah, T., & Mujib, A. (2013). In vitro plant regeneration of coffee senna (*Senna occidentalis*) from hypocotyl-derived callus. *Acta biologica cracoviensia Series Botanica*, 55(2), 120-125.
- IUCN (2016). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 07 December 2016.
- Jordan, M., Pedraza, J., & Goreux, A. (1985). In vitro Propagation Studies of Three *Prosopis* Species (*P. alba*, *P. chilensis* and *P. tamarugo*) Through Shoot-tip Culture/Untersuchungen zur in vitro-Vermehrung von drei *Prosopis*-Arten durch Sproßspitzenkultur. *Gartenbauwissenschaft*, 265-267.
- Kalimuthu, K., Senthilkumar, R., & Vijayakumar, S. (2007). In vitro micropropagation of orchid, *Oncidium* sp. (Dancing Dolls). *African Journal of Biotechnology*, 6(10).
- Lopes, S.O., Moreno, P.R.H., & Henriques, A.T. (2000). Growth characteristics and chemical analysis of *Psychotria carthagenensis* cell suspension cultures. *Enzyme and microbial technology*, 26(2), 259-264.
- Melgarejo, L. M., Sánchez, J., Chaparro, A., Newmark, F., Santos-Acevedo, M., Burbano, C., & Reyes, C. (2002). Aproximación al estado

- actual de la bioprospección en Colombia. Serie Documentos Generales INVEMAR, (10).
- Montenegro C., Bono, J; Parmuchi, M.G; Strada, M. Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, Dirección de Bosques, SAyDS-Strada idia XXI 262-265 En la Argentina La Deforestación y Degradación de los Bosques Nativos
- Niella, S.P., Noguera, A.M., Vera, J.L., & Niella, F.O. (1996). Cultivo in vitro de guatambú blanco (*Balfourodendron riedelianum*) y cedro misionero (*Cedrela fissilis*). Yvyretá. País de árboles. Revista forestal (Argentina). 7(7), 43-46.
- Nunes, E. C., Laudano, W. L. S., Moreno, F. N., Castilho, C. V., Mioto, P., Sampaio, F. L. & Viana, A. M. (2007). Micropropagation of *Cedrela fissilis* Vell.(Meliaceae). In *Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits* (pp. 221-235). Springer Netherlands.
- Ortega, C., & González, C. (1985). Contribución a la conservación ex situ de especies canarias en peligro: propagación in vitro de *Senecio hermosae* Pitard. *Bot Macaronesica*, 14, 59-72.
- Peña-Ramírez, Y.J., García-Sheseña, I., Hernández-Espinoza, Á., Domínguez-Hernández, A., Barredo-Pool, F.A., González-Rodríguez, J.A., & Robert, M.L. (2011). Induction of somatic embryogenesis and plant regeneration in the tropical timber tree Spanish red cedar [*Cedrela odorata* L. (Meliaceae)]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 105(2), 203-209.
- Peña-Ramírez, Y. J., Juárez-Gómez, J., Gómez-López, L., Jerónimo-Pérez, J. L., García-Sheseña, I., González-Rodríguez, J. A., & Robert, M. L. (2010). Multiple adventitious shoot formation in Spanish Red Cedar (*Cedrela odorata* L.) cultured in vitro using juvenile and mature tissues: an improved micropropagation protocol for a highly valuable tropical tree species. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 46(2), 149-160.
- Pereira, A.M.S., Pereira, P.S., Cerdeira, R.M.M., França, S.C., Rodrigues, D.C., Moraes, F.R., & Moraes, J.R.E. (1992). Pharmacologically active compounds in plant tissue culture of *Maytenus ilicifolia*

- lia (Celastraceae). In WOCMAP I-Medicinal and Aromatic Plants Conference: part 1 of 4 333 (pp. 205-210).
- Pilatti, F.K., Aguiar, T., Simões, T., Benson, E.E., & Viana, A.M. (2011). In vitro and cryogenic preservation of plant biodiversity in Brazil. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 47(1), 82-98.
- Pritchard, H. W. (2004). Classification of seed storage 'types' for ex situ conservation in relation to temperature and moisture. *Ex situ plant conservation: supporting species survival in the wild*, 139-161.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente - Pnuma, Banco Mundial, WRI (2000). *Recursos mundiales 2000-2001*.
- Reyes Jaramillo, I., Pérez-García, B., & Mendoza Ruiz, A. (2003). Morfogénesis de los gametofitos de especies mexicanas de *Pleopeltis* (Polypodiaceae, subfamilia Pleopeltoideae). *Revista de biología tropical*, 51(2), 321-332.
- Ribas, L.L., Guerra, M.P., Zanette, F., & Kulchetscki, L. (2000). Somatic Embryogenesis in *Aspidosperma polyneuron* Mull. Arg. In *Somatic Embryogenesis in Woody Plants* (pp. 509-537). Springer Netherlands.
- Rivas, M. (2001). Conservación in situ de los recursos fitogenéticos. A. Berreta y M. Rivas Coords. *Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur*. PROCISUR. Montevideo, Uruguay, 63-76. *Estrategias de biotecnología agropecuaria para el Cono Sur*
- Santos, A.L.W.D., Silveira, V., Steiner, N., Vidor, M., & Guerra, M.P. (2002). Somatic embryogenesis in parana pine (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze) *Brazilian archives of Biology and Technology*, 45(1), 97-106.
- Saxena, P.K., Murch, S.J., Krishnaraj, S., & Slimmon, T.Y. (2006). U.S. Patent No. 7,005,298. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

- Shekhawat, M.S. (2012). Direct Shoots Regeneration from Nodal Meristems of *Brugmansia suaveolens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Bercht. & J. Presl. *The Pharma Innovation*, 1(9).
- Smith, M.K., & McComb, J.A. (1981). Effect of NaCl on the growth of whole plants and their corresponding callus cultures. *Functional Plant Biology*, 8(3), 267-275.
- Soto, S., Bullrich, L., Facciuto, G., Hagiwara, J.C., Mata, D., Serpa, J.C. & Miyajima, I. (2003). New Clones of *Nierembergia linariaefolia* Bred from Population Native to Argentina. In V International Symposium on New Floricultural Crops 683 (pp. 407-410).
- Sousa, V.A.D., Schemberg, E.A., & Aguiar, A.V. (2010). Germinação in vitro do pólen de jerivá (*Syagrus romanzoffiana* (S.) Cham).
- Steiner, N., Vieira, F.D.N., Maldonado, S., & Guerra, M. P. (2005). Effect of carbon source on morphology and histodifferentiation of *Araucaria angustifolia* embryogenic cultures. *Brazilian archives of Biology and Technology*, 48(6), 895-903.
- Tabone, T.J., Felker, P., Bingham, R.L., Reyes, I., & Loughrey, S. (1986). Techniques in the shoot multiplication of the leguminous tree *Prosopis alba* Clone B2V50. *Forest ecology and management*, 16(1-4), 191-200.
- Verdes, P. (2007). Micropropagación de *Prosopis caldenia* BURK.: estado actual y perspectivas. *Revista Científica Agropecuaria*, 11(1), 45-51.
- Vidal Cob-Uicab, J., Sabja, A.M., Ríos-Leal, D., Lara-Aguilar, A., Donoso, P.J., González, M. E., & Escobar, B. (2011). Potencial de la organogénesis como estrategia para la masificación in vitro de *Fitzroya cupressoides* en Sudamérica Austral. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(3), 423-433.
- Vijayakumar, N.K., Feret, P.P., & Sharik, T.L. (1990). Notes: In Vitro Propagation of the Endangered Virginia Roundleaf Birch (*Betula uber* [Ashe] Fern.) Using Dormant Buds. *Forest Science*, 36(3), 842-846.

- Vila, S., Gonzalez, A., Rey, H., & Mroginski, L. (2009). Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Cedrela fissilis*. *Biologia plantarum*, 53(2), 383-386.
- Whittier, P. (1998). Germination of spores of the Lycopodiaceae in axenic culture. *American Fern Journal*, 106-113.
- Yang, L., Shi, D. X., Mai, M.M., & Wang, M.L. (2012). Tissue Culture and Rapid Propagation of *Jacaranda mimosifolia* [J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 1, 004.
- Zuloaga F.O., Morrone, O., & Belgrano, M.J. (eds.). (2008). *Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)*. Vol. 1-3. Missouri Botanical Garden, Saint Louis, Missouri.