

## Producción y conservación de semillas forestales: situación actual y perspectivas en Ecuador

## Forest seed production and conservation: current situation and perspectives in Ecuador

Jorge Luis Cué García<sup>1</sup>

Mario José Añazco<sup>2</sup>

Hugo Orlando Paredes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo y PhD en Ciencias Forestales. Profesor Principal Titular. Universidad Técnica del Norte. Ecuador. Correo electrónico: jlcuegarcia@yahoo.com

<sup>2</sup>Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ecuador. Correo electrónico: jlcue@utn.edu.ec

**Recibido:** 11 de enero de 2019.

**Aprobado:** 10 de julio de 2019.

---

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es valorar la situación actual de la producción y conservación de semillas forestal en Ecuador, mediante el análisis de documentos. Se constata que existen dos estrategias para la conservación y/o producción de semillas en el país. La conservación *in situ* muestra resultados de selección de fuentes semilleras desde diferentes actores: la fundación EcoPAr seleccionó 20 en bosques andinos en la Sierra, el Municipio de Quito identificó 28, en tanto Solidaridad Internacional instaló 33 en Orellana, entre otras. La conservación *ex situ* desarrolló alternativas tales como: crioconservación, largo plazo, medio plazo, *in vitro* y campo. El Banco Nacional de Germoplasma del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias posee 72 especies con 85 accesiones, el Banco de la Universidad Tecnológica Particular de Loja tiene 500 especies en más de 800 accesiones y existen también siete jardines botánicos. Los esfuerzos realizados y las diferentes experiencias obtenidas resultan ser aislados. Existen limitantes de infraestructura constructiva y tecnológica, recursos humanos, así como carencias en la coordinación interinstitucional de inventarios y planes de manejos de los bosques que poseen fuentes semilleras.

**Palabras clave:** fuentes semilleras; banco de germoplasma; jardín botánico; arboreto.

---

### ABSTRACT

The objective of this paper is to assess the current situation of forest seed production and conservation in Ecuador, through the analysis of documents. It is noted that there are two strategies for the conservation and/or production of seeds in the

country. In situ conservation shows results from the selection of seed sources from different actors: the EcoPAR foundation selected 20 in Andean forests in the Sierra, the Municipality of Quito identified 28, while Solidaridad Internacional installed 33 in Orellana, among others. Ex situ conservation developed alternatives such as: cryopreservation, long term, medium term, in vitro and field. The National Germplasm Bank of The National Autonomous Institute of Agro-Livestock Research has 72 species with 85 accessions, the Bank of the Private Technological University de Loja has 500 species in more than 800 accessions and there are also seven botanical gardens. The efforts made and the different experiences obtained are isolated. There are limitations of constructive and technological infrastructure, human resources, as well as deficiencies in the inter-institutional coordination of inventories and management plans of the forests that have seed sources.

**Keywords:** seed sources; germplasm bank; botanical garden; arboretum.

---

## INTRODUCCIÓN

En criterio de Romero (2018) y León *et al.*, (2014), las masas boscosas del planeta reciben una alta presión por parte de la extensión de la frontera agrícola, el cambio de uso del suelo para satisfacer el crecimiento de la población urbana y periurbano y las afectaciones negativas del cambio climático.

Las pérdidas más significativas de áreas de bosque tropical ocurren durante los últimos años en África y América latina (FAO, 2016). En total han desaparecido 29,4 millones de hectáreas de bosques en el año 2017, el segundo peor año después de 2016 con 29,7, donde se alcanzó el récord, según registros de la Universidad de Maryland desde 2001. Los bosques tropicales representaron el 63 % de las pérdidas de 2017, con un total de 15,8 millones de hectáreas (Seymour, 2018).

En Ecuador, la tendencia de la deforestación y su tasa, a partir de 1990, posee el siguiente comportamiento. Según MAE (2014), para el período 1990-2000, la deforestación promedio fue de 89.944 ha/año para una tasa de deforestación de -0,71 %, mientras que para el período 2000-2008 fue de 77,647 ha/año para una tasa de -0,66%. Por otro lado, durante el período 2008-2012 la deforestación fue de 65,880 ha/año para una tasa de -0,54%. Los resultados obtenidos demuestran que los valores de deforestación bruta del Ecuador continental del período 2014-2016 son más bajos que en las etapas históricas, manteniendo la tendencia a la baja de la deforestación bruta, con una deforestación bruta anual promedio de 94,353 ha/año y una tasa anual de deforestación bruta de -0,74% (MAE, 2017; 2018).

La respuesta de los gobiernos, organizaciones no gubernamentales, asociaciones, comunidades y otros actores interesados en ralentizar esta situación, es planificar y ejecutar planes de forestación, reforestación, restauración y enriquecimiento. Para tales fines se necesita de grandes producciones de plántulas de especies forestales en los viveros, lo cual demanda de semillas de calidad.

Garantizar la calidad de las semillas a emplear en los programas y planes de forestación y reforestación en Ecuador, es un encargo social de diferentes instituciones públicas y privadas. La Autoridad Agraria Nacional y el Consejo Consultivo de Agrobiodiversidad y Semillas Asamblea Nacional (2017), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio del Ambiente (MAE), Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), universidades y empresas

forestales, entre otras, conforman el sistema de entidades con finalidades comunes en relación con el logro de la calidad de las semillas forestales y su certificación.

Los requerimientos de semillas forestales están esencialmente determinados por los planes de forestación y reforestación, en tanto las prácticas de restauración y enriquecimiento se encuentran a niveles mínimos en el país.

El programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales, adscrito al Ministro de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2016), define 19 especies incentivadas. Este programa requiere de semillas con calidad y cantidad para el logro de sus objetivos, pero si bien en cantidad se acerca a su cumplimiento, dista de su satisfacción en calidad. Sirve, además, de base para el proyecto de establecimiento de 120 000 ha que, de acuerdo a la ficha técnica de seguimiento del mismo (MAG, 2017), el acumulado ingresado desde el año 2013 al 2017 es de 67 664,67 hectáreas, que representa un 54 % del total a lograr.

El inicio de un programa de mejoramiento genético forestal se basa fundamentalmente en la selección e identificación de árboles de alto rendimiento, según criterio de Vallejos *et al.* (2010). Esto involucra a la generación de información del sitio donde se puede recolectar semilla, a razón de poder establecer las fuentes semilleras forestales, pues son la base para implementar programas de mejoramiento genético forestal, que según Valladolid, León y Paredes (2017), ya tienen definidas e identificadas las procedencias y fuentes de semillas, sitios seleccionados con altos porcentajes de árboles sanos y buen fenotipo.

A nivel de Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) se desarrollan algunas iniciativas que buscan enfrentar la problemática de obtener semillas de calidad, es el caso de la Provincia de Orellana ubicada en la Amazonía donde se aprovechan 140 especies forestales, siendo las de mayor demanda *Cordia alliodora* Ruiz & Pav. (laurel), *Cedrelinga cateniformis* Duke (chuncho), *Ceiba pentandra* L. (ceibo), *Otoba spp.* (sangre de gallina), *Sterculia spp.* (sapote) y *Virola spp.* (coco). De algunas de esas especies se desconoce la biología reproductiva, la fenología, los mecanismos de producción de plantas en vivero, lo que dificulta desarrollar acciones de fomento forestal, planificación y manejo (Fundación Española Solidaridad Internacional, 2011).

Se reconoce en el informe del Estado de los Recursos Genéticos Forestales del Ecuador, de acuerdo con Grijalva *et al.*, (2016), que no existe un Programa de Mejoramiento Genético bien estructurado, sino iniciativas de empresas privadas y universidades. Estos actores sociales han conducido estudios puntuales de investigación, pero están lejos de sustentar y responder a un plan de mejoramiento genético forestal.

Grijalva *et al.*, (2016) también plantean el uso de semillas provenientes de material genético importado, en plantaciones forestales y sistemas agroforestales, así como de material recolectado localmente que no garantizan la superioridad fenotípica y menos genotípica de las semillas empleadas. Por otra parte, el almacenamiento y comercialización de las semillas forestales no muestra un sistema coherente y articulado en el país.

En una caracterización de fuentes semilleras en el sur del país, señalan los viveristas que la obtención de semillas es hasta ahora muy al azar, no existe una evaluación técnica de los árboles a tomar como semilleros (Raurau, 2012). Las fuentes actuales son árboles aislados de fincas, carreteras y/o parques y avenidas de la ciudad, lo que no necesariamente asegura el buen estado de las semillas. Por lo tanto, la calidad de las plántulas que se obtienen posteriormente no son necesariamente los adecuados, imposibilitando más adelante el desarrollo de huertos clonales para tener fuentes semilleras garantizadas y registradas. Esta situación también es manifiesta en la Región Amazónica (Barrera *et al.*, 2018).

La nueva legislación ecuatoriana, el Código Orgánico Ambiental, establece un marco importante orientado a obtener semillas de calidad, así el Artículo 28, numeral 3, señala: "Promover la formación de viveros, huertos semilleros, acopio, conservación y suministro de semillas certificadas" (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017). El objetivo del siguiente trabajo consistió en valorar la situación actual de la producción y conservación de semillas forestales en Ecuador.

## **DESARROLLO**

### **Análisis en el contexto ecuatoriano**

En opinión de Nyoka *et al.*, (2015), los sistemas de suministro de germoplasma no satisfacen de manera eficiente las demandas de los agricultores y las expectativas ambientales en términos de productividad, especies y diversidad genética, en los países de África, Asia y América Latina. Afirman también que, en algunos países, el germoplasma utilizado proviene principalmente de fuentes no documentadas y, a menudo, no se ha probado. Todo lo cual hace que la apreciación del valor del germoplasma de árboles de alta calidad genética, sea baja.

Similares criterios exponen Atkinson *et al.* (2018), al analizar la situación del sistema de suministro de semillas para fines específicos de implementación de restauración en México, Guatemala, Costa Rica, Colombia, Perú, Chile y Argentina. Afirman que dichos países tienen al menos algunos aspectos del sistema de semillas para fines específicos, pero existen dos vacíos fundamentales comunes a todos: está disponible una baja diversidad de especies nativas y se usa en proyectos de restauración y hay poca consideración del origen genético y diversidad de semillas utilizadas.

Una experiencia con éxito en el ámbito de la producción y certificación de semillas forestales en América Latina, lo constituye el Banco de Semillas Forestales (BSF) del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Costa Rica. Muestran una experiencia de unos 50 años de diferentes iniciativas encaminadas a la restauración y al mejoramiento genético forestal. Según Mesén (2017), el "BSF es una unidad autosuficiente comercializadora de semillas de alta calidad, que distribuye anualmente cerca de 10 toneladas de semillas a unos 20 países". En Ecuador, la empresa privada Profafor S. A. es distribuidor exclusivo en el país del CATIE.

A finales de la década de los años 90 se formó la Red Andina de Semillas Forestales (RASEFOR), integrada por Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú, que impulsó desde el punto de vista físico y genético un relativo avance en el manejo de semillas forestales.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida, del gobierno de Ecuador, se declaran las prioridades ciudadanas e institucionales para la realización del Buen Vivir Rural, donde se plantea la diversificación de bancos de semillas, constatadas en la política 6.2, del Objetivo 6: Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural. En aras del cumplimiento de dicho plan, se crea el Programa Reverdecer Ecuador, que contiene objetivos de trabajo donde la reforestación es uno de los más importante, por tanto, las necesidades de semillas irán en aumento.

En el ámbito legal, se dispone de la Norma de Semillas Forestales, que se corresponde con el Acuerdo Ministerial N° 003, con Registro Oficial No.269, (MAE, 2014). Contiene el manejo de estas, así como aspectos técnicos, administrativos e institucionales. También se dispone de la Normativa para el registro de Importadores y Exportadores de Semillas, (MAGAP, 2012).

Los sistemas de producción de semillas forestales están integrados, principalmente, por empresas centradas en satisfacer las necesidades de las especies de interés forestal para las plantaciones comerciales. Tal razón motiva que las producciones de estas empresas especializadas en la producción de semillas estén dirigidas a los medianas y grandes productores, según Arenas *et al.*, (2015). Las mismas se rigen por regulaciones sobre producción, calidad y comercialización, lo cual implica elevados costos de producción, investigación y desarrollo (Neate y Guei, 2011).

Es criterio de la FAO (2014), que para la mejora de la conservación *in situ* y *ex situ* de los recursos genéticos forestales, en aras de garantizar la cantidad, calidad y oportunidad de oferta de las semillas, se hace necesario:

1. Fortalecer el aporte de los bosques principales y áreas protegidas a la conservación *in situ* de los RGF.
2. Promover el establecimiento y desarrollo de sistemas de conservación *ex situ* sostenibles y eficaces, incluidas colecciones en vivo y bancos de genes.
3. Apoyar y fortalecer el papel de las comunidades locales e indígenas en la gestión y conservación sostenible de los RGF.
4. Identificar especies prioritarias sobre las que se debe actuar.
5. Armonizar medidas para conservación *in situ* y *ex situ*, inclusive a través del establecimiento de redes y cooperación regional.

A criterio de Galíndez *et al.* (2015), el cambio en el uso del suelo y el cambio climático están afectando negativamente los ecosistemas naturales, por lo que existe la necesidad de llevar a cabo programas de manejo y conservación *in situ* y *ex situ* de las especies y comunidades de las que forman parte. Plantean que, para ello "es fundamental conocer los requerimientos de germinación, la presencia y tipo de dormición y el comportamiento durante el almacenamiento de las semillas". También concuerdan con Hoyle *et al.*, (2014) y Hay y Probert (2013), al referir que estos conocimientos sirven de base para poder comprender y predecir los procesos que ocurren en las comunidades naturales tales como el establecimiento, la sucesión y la regeneración natural, así como para elaborar protocolos de conservación de las especies, respectivamente.

Afirman Romero y Pérez (2016), que existe desconocimiento de la ecología, fisiología y morfología de semillas, lo que dificulta llevar a cabo esta estrategia de conservación, en el caso de los bosques secos del suroccidente del Ecuador y noroccidente del Perú. Relevante esta afirmación si se tiene en cuenta que estos

ecosistemas están incluidos en un *hotspot* por su alta diversidad y endemismo. A razón de poder cumplir con la aspiración del país, en relación con reforestar 220000 ha, que está alineado a compromisos internacionales, se hace necesaria la información de partida acerca de la ecología y biología de semillas, lo cual es muy limitado para la región tropical Andina (Palomeque *et al.*, 2017).

En Ecuador, se constatan dos estrategias para la conservación y/o producción de semillas en el país, la conservación *in situ* y *ex situ*.

La conservación y/o producción de semillas *in situ* muestra resultados de selección de fuentes semilleras desde diferentes actores, donde se pueden identificar los siguientes, de acuerdo con Grijalva *et al.* (2012; 2016):

- Fundación EcoPAR seleccionó 20 en bosques andinos en la Sierra.
- Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar 13 de especies nativas en Cañar, Fundación Ecológica Arco Iris 14 de especies nativas en Lojas.
- Municipio de Quito identificó 28.
- Solidaridad Internacional instaló 33 en Orellana.

En tal sentido, Toro y Roldan (2018), en relación con la especie *Juglans neotropica* Diels., proponen el establecimiento de programas de conservación *in situ* de árboles semilleros para que garanticen semillas de calidad para su propagación en vivero y mayor calidad de plántulas a la plantación en campo. También afirman que es esencial el conocimiento de la ecología reproductiva y la dinámica de las poblaciones de árboles semilleros, en especial sobre su fenología y productividad, ya que permite elaborar calendarios o cronogramas forestales.

La conservación *ex situ*, desarrolló alternativas tales como: crioconservación, largo plazo, medio plazo, *in vitro* y campo y se destacan las siguientes (Grijalva *et al.*, 2012; 2016):

- Banco Nacional de Germoplasma del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias posee 72 especies con 85 accesiones.
- Banco de la Universidad Tecnológica Particular de Loja tiene 500 especies en más de 800 accesiones.
- Finca Experimental "La Represa" de la Universidad Técnica de Quevedo posee una colección de 50 especies de árboles tropicales.
- Arboreto de la Universidad Nacional de Loja con especies de nueve familias.
- Red de Jardines Botánicos del Ecuador, reconocida por el Ministerio del Ambiente, que registra siete unidades que aportan a la conservación de especies y semillas, de los cuales solo tres se reconocen como Jardines Botánicos.

Los programas de conservación *ex situ* continúan estando limitados a ciertas especies de importancia económica, que coincide con que atraviesan una mejora genética intensiva o que se encuentran seriamente amenazadas, con las graves consecuencias financieras que ello acarrea.

Los esfuerzos realizados y las diferentes experiencias obtenidas resultan ser aislados, en tanto no se dispone de un sistema nacional. En particular se carece de un Banco Nacional de Semillas Forestales para la producción y conservación de la semilla

forestal que se encuentre estructurado, funcional y con resultados concretos a nivel de país.

Es criterio de Romero (2018), que las razones principales del escaso desarrollo de las alternativas de conservación *ex situ* en Ecuador son las siguientes:

- Falta de recursos económicos.
- Poco personal capacitado.
- Escasa producción científica sobre semillas.
- Desconocimiento de los períodos fenológicos.
- Falta de información fisiológica de las semillas.
- Dificultad y limitaciones en la colección *in situ* de semillas.

Afirman Prado *et al.*, (2010), que "persiste la venta informal de las semillas y no se dispone de suficientes fuentes semilleras instaladas que puedan abastecer de semillas de procedencia y calidad conocida a los planes y programas".

Por otra parte, se plantea por Grijalva *et al.*, (2016), que "la venta de semillas y plántulas de especies forestales en el país, se realiza por parte de empresas privadas, fundaciones y centros de investigación, que, de una u otra forma, cuentan con información de procedencias, protocolos de adquisición y/o recolección de germoplasma, infraestructura y procesos de multiplicación". Seguidamente refieren dichos autores la existencia de "centros informales de multiplicación y venta de germoplasma forestal, que no cuentan con la información, protocolos e infraestructura necesaria que garantice la calidad del material vegetal". Genéticamente, existen algunos avances aislados tales como: la identificación de árboles fenotípicamente superiores, establecimiento de ensayos de progenies, instalación de parcelas de conservación de germoplasma, algunas de las cuales lidera el sector privado.

La calidad del material genético recolectado localmente se considera de baja calidad, por cuanto las fuentes semilleras no garantizan superioridad genética, siquiera fenotípica.

Se coincide con FAO (2014) y Grijalva *et al.*, (2012; 2016), en plantear los siguientes retos:

- Desarrollar estrategias nacionales, de carácter sistemático, para la conservación *in situ* y *ex situ* y la producción de semillas certificadas, siendo necesario desarrollar relaciones de colaboración y promover la coordinación de programas e instituciones nacionales relacionadas con los RGF.
- Establecer y reforzar las capacidades educativas y de investigación en materia de la conservación *in situ* y *ex situ* y la producción de semillas certificadas.
- Promover la participación de las comunidades locales e indígenas en materia de la conservación *in situ* y *ex situ* y la producción de semillas certificadas, en el marco de la descentralización.
- Promover y aplicar mecanismos de intercambio regional de germoplasma para investigación y desarrollo, de acuerdo con los convenios internacionales.
- Reforzar la cooperación internacional y regional, junto con el establecimiento de redes, para apoyar la educación, la divulgación de conocimiento, la investigación, para la conservación *in situ* y *ex situ* y la producción de semillas certificadas.

- Reforzar las medidas para movilizar los recursos necesarios, incluida la financiación para la conservación *in situ* y *ex situ* y la producción de semillas certificadas.

Existen experiencias en Ecuador respecto al cultivo de tejidos *in vitro* de *Cinchona officinalis* L. centrados en la propagación masiva a partir de semillas, análisis de la fidelidad genética y alternativas de conservación de tejidos, pues Armijos (2016), obtuvo resultados relevantes tales como:

- El desarrollo de protocolos eficientes para mejorar los porcentajes de germinación y la proliferación de brotes en explantes cultivados *in vitro*.
- La evaluación de la fidelidad genética de los explantes obtenidos con distintas combinaciones de reguladores de crecimiento vegetal y diversos subcultivos.
- El establecimiento de protocolos de conservación *in vitro* y crioconservación de segmentos nodales y yemas.

La experiencia de Lima *et al.*, (2018), también en *Cinchona officinalis* L., ofrece una alta tasa de germinación y de formación de brotes, nudos y hojas en la fase de multiplicación *in vitro* de explantes (ápices caulinares y segmentos nodales).

La crioconservación es una novedosa técnica de amplias potencialidades para ser aplicada en los recursos forestales del país. Los reportes de su empleo en el Ecuador son mínimos, por tanto constituye un gran reto para los científicos, profesionales, empresarios y los directivos que se relacionan o están vinculados al manejo y conservación de la biodiversidad forestal, para accionar y dar cumplimiento a las políticas públicas, tal como demanda la Constitución de 2018, Sección tercera: Patrimonio natural y ecosistemas, Art. 404.- "El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley".

Las perspectivas en el mediano y largo plazo deben ser:

- Constitución de la Red Nacional de Bancos de Germoplasma.
- Creación del Banco Nacional de Semillas Forestales.
- Ampliación y consolidación de la Red de Jardines Botánicos del Ecuador, con acreditación internacional.
- Ampliación de la producción de Semillas Certificadas, en la aspiración de convertirse en un rubro de exportación.
- Contar con un sistema de mapas actualizados de las diversas fuentes semilleras del país, su caracterización técnica, climatológica y edafológica.
- Suficiencia de financiamiento, vía presupuesto gubernamental, no gubernamental y/o autofinanciamiento, al sistema de producción y conservación de semillas forestales.
- Instalación de huertos y/o rodales semilleros en sitios estratégicos del país.
- Diseñar estrategias de capacitación para el manejo de semillas forestales de calidad, dirigidas a profesionales, productores, operadores forestales y miembros de las comunidades universitarias.



## CONCLUSIONES

Resumiendo, la estructuración y funcionamiento de un sistema nacional para la conservación y producción de semillas forestales, carece de carácter sistémico e integrado y la producción y comercialización de semillas forestales, por entidades nacionales en el país, es insuficiente en calidad, cantidad y oportunidad de oferta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARENAS, W. C, CARDOZ, C. I. Y BAENA, M., 2015. Análisis de los sistemas de semillas en países de América Latina. *Acta Agronómica*, 64(3), 239-245. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n3.43985>
- ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR, 2017. Registro Oficial Suplemento 983 al Código Orgánico del Ambiente. Quito, Ecuador: Ecuador Forestal.
- ATKINSON, R., E, T., CORNELIUS, J., ZAMORA, R. y CHUAIRE, M.F., 2018. Fit for purpose seed supply systems for the implementation of landscape restoration under Initiative 20x20: An analysis of national seed systems in Mexico, Guatemala, Costa Rica, Colombia, Peru, Chile and Argentina. [en línea]. Report. S.I.: World Resources Institute; Bioversity International; ICRAF. [Consulta: 28 marzo 2019]. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/93037>.
- BARRERA A., P., RODES BLANCO, M., MAZA, B., TORRICELLI, Y., VERA Z., A. y CAICEDO V., C., 2018. Guía para la priorización participativa de especies forestales: Establecimiento y manejo de viveros en las comunidades Kichwas del Alto Napo. [en línea]. Quito, Ecuador: Tena, EC: INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía, 2018. [Consulta: 28 marzo 2019]. ISBN 978-9942-28-978-0. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5208>.
- FAO, 2014. *Estado de los Recursos Genéticos Forestales en el Mundo*. 2014. S.I.: FAO.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2016. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015 ¿Cómo están cambiando los bosques del mundo? [en línea]. Segunda edición. Roma, Italia: s.n. [Consulta: 23 marzo 2019] Disponible en: <https://www.fao.org/3/a-i4793s.pdf>.
- FUNDACIÓN ESPAÑOLA SOLIDARIDAD INTERNACIONAL, 2011. Manual Técnico de Procedimientos del Vivero Forestal del Gobierno Municipal de Francisco de Orellana. Orellana, Ecuador: FUNDACIÓN ESPAÑOLA SOLIDARIDAD INTERNACIONAL.
- GALÍNDEZ, G., MALAGRINA, G., CECCATO, D., LEDESMA, T., LÓPEZ, L.L.- y BAES, P.O., 2015. Dormición física y conservación ex situ de semillas de *Amburana cearensis* y *Myroxylon peruiferum* (Fabaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* [en línea], vol. 50, no. 2, pp. 153-161. [Consulta: 1 abril 2019].

ISSN 1851-2372. DOI 10.31055/1851.2372.v50.n2.11660. Disponible en:  
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/BSAB/article/view/11660>.

GONZÁLEZ, R.A., 2016. Conservación de plantas regeneradas in vitro y análisis de la variación somaclonal de *Cinchona officinalis*, Linneo. [en línea]. <http://purl.org/dc/dcmitype/Text>. S.l.: Universidad Politécnica de Madrid. [Consulta: 28 marzo 2019]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=116474>.

GRIJALVA, J.X., CHECA, RAMOS, R., BARRERA, P. y LIMONGI, R., 2012. Situación de los Recursos Genéticos Forestales Informe País Ecuador. Quito, Ecuador: INIAP.

GRIJALVA, J.X., CHECA, X., RAMOS, R., BARRERA, P., VERA, R. y SIGCHA, F., 2016. Estado de los Recursos Genéticos Forestales del Ecuador. Quito, Ecuador: INIAP.

HAY, F. R. (2013) AND PROBERT R. J. (2013) Advances in seed conservation of wild plant species: a review of recent research. *Revista Conservation Physiology*. [en línea], vol. 1, doi:10.1093/conphys/cot030. [Consulta: 23 marzo 2019]. Disponible en: [http://ocw.uniovi.es/pluginfile.php/6142/mod\\_resource/content/1/Fis\\_01\\_Hay%20%20Probert%202013.pdf](http://ocw.uniovi.es/pluginfile.php/6142/mod_resource/content/1/Fis_01_Hay%20%20Probert%202013.pdf)

HOYLE, G. L., CORDINER, H., GOOD, R. B. AND NICOTRA A. B., 2014. Effects of reduced winter duration on seed dormancy and germination in six populations of the alpine herb *Aciphyllia glacialis* (Apiaceae). *Revista Conservation Physiology*. [en línea], vol. 2: doi:10.1093/conphys/cou015. [Consulta: 23 marzo 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/scientific-contributions/216114\\_Gemma\\_L\\_Hoyle](https://www.researchgate.net/scientific-contributions/216114_Gemma_L_Hoyle)

LEÓN, P., SANDOVAL, A., BOLADOS, G., ROSAS, M., STARK, D. y GOLD, K., 2014. Manual de recolección y procesamiento de semillas de especies forestales. La Serena, Chile: INIA.

LIMA, N.R., MORENO, J.A., ERAS, V.H., MINCHALA, J., GONZÁLEZ, D., YAGUANA, M. y VALAREZO, C., 2018. Propagación in vitro de *Cinchona officinalis* L. a partir de semillas. *Revista de Investigaciones Altoandinas* [en línea], vol. 20, no. 2, pp. 169-178. [Consulta: 1 abril 2019]. ISSN 2313-2957. DOI 10.18271/ria.2018.361. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2313-29572018000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2313-29572018000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

MAE, 2014. Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017. [en línea]. Quito, Ecuador: MAE. Disponible en: <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/images/articulos/archivos/amrPlanR F.pdf>.

MAE, 2017. Deforestación del Ecuador continental periodo 2014-2016. MAE. Quito, Ecuador.

MAE, 2018. Estado de los bosques en el Ecuador. MAE. Quito, Ecuador.

- MAG, 2017. Proyecto Establecimiento de 120.000 hectáreas de plantaciones forestales con fines comerciales a nivel nacional. [en línea]. Quito, Ecuador. [Consulta: 23 marzo 2019]. Disponible en: <http://servicios.agricultura.gob.ec/transparencia/2017/Septiembre2017/k/PROYECTOS%20%20EJECUCION%20SEPTIEMBRE/GPR%20-20120MIL%20HAS%20SEPT.pdf>.
- MAGAP, 2012. Normativa para el registro de Importadores y Exportadores de Semillas. [en línea]. Quito, Ecuador. [Consulta: 29 marzo 2019]. Disponible en: [http://balcon.magap.gob.ec/mag01/pdfs/aministerial/2012/2012\\_0494.pdf](http://balcon.magap.gob.ec/mag01/pdfs/aministerial/2012/2012_0494.pdf).
- MAGAP, 2016. Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines Comerciales. [en línea]. Quito, Ecuador. [Consulta: 29 marzo 2019]. Disponible en: <http://balcon.magap.gob.ec/mag01/magapaldia/WEB%20FORESTAL/GuiaForestal002.pdf>.
- MESÉN, F., 2017. Banco de Semillas Forestales del CATIE, un tesoro de Costa Rica para el mundo. [en línea]. Quito, Ecuador: CATIE. [Consulta: 23 marzo 2019]. Disponible en: <http://www.catie.ac.cr/catie-noticias/3222-banco-de-semillas-forestales-del-catie-untresoro-de-costa-rica-para-el-mundo.html>.
- NEATE, P.J. y GUEI, R.G., 2011. Promoción del crecimiento y desarrollo de empresas de semillas de pequeños agricultores en cultivos para la seguridad alimentaria. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.
- NYOKA, B.I., ROSHETKO, J., JAMNADASS, R., MURIUKI, J., KALINGANIRE, A., LILLESO, J.-P.B., BEEDY, T. y CORNELIUS, J., 2015. Tree Seed and Seedling Supply Systems: A Review of the Asia, Africa and Latin America Models. *Small-scale Forestry* [en línea], vol. 14, no. 2, pp. 171-191. [Consulta: 1 abril 2019]. ISSN 1873-7854. DOI 10.1007/s11842-014-9280-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11842-014-9280-8>.
- PALOMEQUE, X., MAZA, A., UYAGUARI, J.P.I., GÜNTER, S., HILDEBRANDT, P., WEBER, M. y STIMM, B., 2017. Variabilidad intraespecífica en la calidad de semillas de especies forestales nativas en bosques montanos en el sur del Ecuador: Implicaciones para la restauración de bosques. *Revista de Ciencias Ambientales* [en línea], vol. 51, no. 2, pp. 52-72. [Consulta: 1 abril 2019]. ISSN 2215-3896. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6055221>.
- PRADO, L., SAMANIEGO, C. y UGARTE, J., 2010. Estudio de las cadenas de abastecimiento de germoplasma forestal en Ecuador. *ICRAF Working Paper (115). World Agroforestry Centre (ICRAF), Lima Perú* [en línea] [Consulta: 28 marzo 2019]. Disponible en: <https://www.worldagroforestry.org/publication/estudio-de-las-cadenas-de-abastecimiento-de-germoplasma-forestal-en-ecuador>.
- RAURAU, M., 2012. *Caracterización de fuentes semilleras para uso sostenible y conservación de recursos forestales de los bosques andinos de Loja, Ecuador*. Tesis (Magister Scientiae). Turrialba, Costa Rica: CATIE.

- ROMERO, J.M. y PÉREZ, C., 2016. Rasgos morfológicos de semillas y su implicación en la conservación ex situ de especies leñosas en los bosques secos tumbesinos. *Revista Ecosistemas* [en línea], vol. 25, no. 2, pp. 59-65. [Consulta: 1 abril 2019]. ISSN 1697-2473. DOI 10.7818/re.2014.25-2.00. Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1118>.
- SARITAMA, R. y MIGUEL, J., 2018. Conservación de semillas: Una alternativa inmediata para almacenar germoplasma forestal y recuperar los bosques secos amenazados del Ecuador. *Neotropical: biology and conservation* [en línea], vol. 13, no. 1, pp. 74-85. [Consulta: 1 abril 2019]. ISSN 1809-9939. Disponible en: <http://revistas.unisinos.br/index.php/neotropical/article/view/nbc.2018.131.09>.
- SEYMOUR, F., 2018. Conferencia. Oslo Tropical Forest Forum. [en línea]. S.I.: NORAD. [Consulta: 29 marzo 2019]. Disponible en: <https://norad.no/en/front/events/oslo-tropical-forest-forum-2018/>.
- TORO VANEGAS, E. y ROLDÁN ROJAS, I.C., 2018. Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. *Madera y bosques* [en línea], vol. 24, no. 1. [Consulta: 1 abril 2019]. ISSN 1405-0471. DOI 10.21829/myb.2018.2411560. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1405-04712018000100401&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-04712018000100401&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- VALLADOLID, J., LEÓN, A. y PAREDES, D., 2017. Selección de Árboles Semilleros en Plantaciones Forestales de la Península de Santa Elena. Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*. [en línea], vol. 4, no. 2, pp. 105-110. DOI <http://dx.doi.org/10.26423/rctu.v4i2.261>. [Consulta: 28 marzo 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/318212446\\_Seleccion\\_de\\_Arboles\\_Semilleros\\_en\\_Plantaciones\\_Forestales\\_de\\_la\\_Peninsula\\_de\\_Santa\\_Elena\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/318212446_Seleccion_de_Arboles_Semilleros_en_Plantaciones_Forestales_de_la_Peninsula_de_Santa_Elena_Ecuador).
- VALLEJOS, J., BADILLA, Y., PICADO, F. y MURILLO, O., 2010. Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Agronomía Costarricense* [en línea], vol. 34, no. 1, pp. 105-119. [Consulta: 1 abril 2019]. ISSN 2215-2202. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/6704>.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional. Copyright (c) 2019 Jorge Luis Cué García, Mario José Añazco Hugo Orlando Paredes