



Madera y bosques
ISSN: 1405-0471
Instituto de Ecología A.C.

Toro Vanegas, Esaú; Roldán Rojas, Isabel Cristina
Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas
Madera y bosques, vol. 24, núm. 1, e2411560, 2018
Instituto de Ecología A.C.

DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2411560>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61756647013>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto



Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas

State of the art, propagation and conservation of *Juglans neotropica* Diels., in Andean zones

Esaú Toro Vanegas¹* e Isabel Cristina Roldán Rojas¹

¹ Fundación Universitaria Católica del Norte, Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, Antioquia, Colombia.

* Autor de correspondencia. esau.toro@gmail.com; etorov@ucn.edu.co

RESUMEN

Las especies de la familia Juglandaceae han evolucionado desde hace 56 millones de años, distribuyéndose por todo el mundo. *Juglans neotropica* es originaria de América del Sur y se encuentra entre 1800 m y 2800 m de altitud, en bosques secos y húmedos montanos bajos. Es una especie de hojas compuestas alternas, monoica, con polinización cruzada y anemófila, dispersada por animales y el agua, con reproducción anual. Actualmente, está catalogada en peligro de extinción (EN A2cd), ya que 52% de sus poblaciones es sobreexplotada con fines maderables. Los usos de la especie la hacen promisorio; su madera es una de las más valiosas del mundo pues en todas sus partes se han encontrado sustancias activas con potencial para la agroindustria textil, la medicina, como alimento humano; se ha usado como una excelente fuente de leña en zonas rurales. Esta especie es clave en la adaptación ante el cambio climático por sus servicios ambientales en la recuperación ecológica de suelos degradados y por mantener la calidad del aire y el agua bajo sistemas agroforestales que al mismo tiempo son un hábitat y fuente de recursos alimenticios para la fauna silvestre. También es importante como ornamental en paisajes andinos urbanizados. Por lo anterior, se hace una propuesta de propagación, como medida de conservación en zonas andinas, con base en los estudios documentados para la especie.

PALABRAS CLAVE: biogeografía, botánica, ecología, etnobotánica, extinción, silvicultura.

ABSTRACT

The species of the family Juglandaceae have evolved along 56 million years, being distributed all over the world. *Juglans neotropica* is native to South America; it is found from 1800 m to 2800 m in altitude, in dry and humid low montane forests. It is a species of alternate composite leaves, monoecious, with cross-pollination and anemophilous, dispersed by animals and water, with annual reproduction. Currently, it is cataloged in danger of extinction (EN A2cd) since 52% of its populations are over exploited for purposes of producing timber. The uses of the species make it promising; its wood is one of the most valuable in the world because of the fact that active substances with potential for the textile industry, medicine and human food have been found in all of its parts; it has been used as an excellent source of firewood in rural areas. This species is key in the adaptation to the climate change because of its environmental services in the ecological recovery of degraded soils, and for maintaining the quality of air and water under agroforestry systems that, at the same time, are a habitat and source of food resources for wildlife. Also it is important as ornamental in urbanized Andean landscapes. Because of all those arguments, a propagation proposal is made as a conservation measure in Andean zones, based on documented studies for the species.

KEYWORDS: biogeography, botany, ecology, ethnobotany, extinction, forestry.

INTRODUCCIÓN

Juglans neotropica Diels históricamente ha presentado múltiples usos para las comunidades de la zona andina de América del Sur, donde crece de manera natural. Se utiliza tanto su madera, de alto valor en los mercados, como sus hojas y frutos en las industrias textil, de alimentos y de la medicina. En la actualidad, la especie se ve seriamente amenazada por actividades ganaderas y agrícolas que generan amplias zonas deforestadas. La mayor afectación para América del Sur se da en los bosques secos y montanos, donde la especie tiene su hábitat (Morales y Armenteras, 2013; Armenteras y Rodríguez, 2014). De esta situación surgió la necesidad de actualizar el estado del arte de la especie, ya que desde 1990 no se tiene una recopilación de su ecología, manejo silvicultural y avances tecnológicos en sus usos. Este trabajo pretende ser un aporte importante en ampliar el conocimiento sobre ella y, al mismo tiempo, mencionar cuáles se consideran las mejores técnicas de propagación hasta la fecha encontradas en los diferentes estudios analizados. Se propone una estrategia de conservación de sus poblaciones *in situ* y *ex situ*, con miras a potenciar la especie en programas de reproducción en vivero y reforestación a escala local en los diferentes países de la zona andina. Además, pretende ser un aporte para recuperar sus poblaciones, que actualmente están en peligro crítico de extinción y como alternativa de desarrollo sostenible en las comunidades más pobres y con alto nivel de desnutrición de las zonas andinas.

La recopilación de la información se realizó mediante la búsqueda de conocimiento documentado, en bases de datos internacionales, generándose lo denominado “Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels en zonas andinas”. Este estado del arte da a conocer la historia de la especie desde sus orígenes, así como su distribución a escala mundial, una descripción detallada sobre sus aspectos botánicos y ecológicos y un listado de sus usos. Además, se presentan los diferentes bienes y servicios que ofrece, una propuesta de propagación y manejo silvicultural, basada en las experiencias encontradas para la especie, que detalla las mejores prácticas para obtención de semillas, germinación y crecimiento en vivero, siembra y manejo en campo hasta obtener árboles adultos. Finalmente, y a manera de perspectivas, se plantean futuros estudios o investigaciones que aporten mucho más a su conservación y uso como especie promisoría.

Historia evolutiva de *Juglans neotropica*

Dentro de la familia de las Juglandaceas, mediante estudios fósiles y anatómicos de la madera, se ha documentado al género *Engelhardtia*, como el origen evolutivo del resto de su linaje, compuesto por *Alfaroa*, *Pterocarya*, *Carya* y *Juglans* (Heimsch y Wetmore, 1939; Manning, 1978). Siendo *Juglans* un género distribuido en latitudes que van de los 44° N a 28° S (Iamandei y Iamandei, 2001), y desde hace 56 millones de años, aparecieron en el continente asiático las primeras especies *Juglans ailantifolia*, *J. mandshurica* y *J. regia* (Clado Cardiocaryon y Dioscaryon o Juglans, respectivamente). *J. regia* ha sido la más plantada desde su aparición, tanto en el viejo como en el nuevo mundo, por sus frutos altamente alimenticios y su madera valiosa (Fjellstrom y Parfitt, 1995; Stanford, Harden y Parks, 2000; Woeste y Michler, 2010; Aradhya, Woeste y Velasco, 2010).

De hecho, desde el continente asiático, de forma natural se diversificaron otras especies hacia el continente americano por el estrecho de Bering, apareciendo *J. cinerea* (Clado Trachycaryon) (Aradhya, Potter y Simón, 2006). Luego, hace 23 millones de años, surgió el resto de nueces de América conservando aún los rasgos físicos provenientes de las especies asiáticas (Manning, 1957; 1960; Orel, Marchant, McLeod y Richards, 2003), migrando de América del Norte a América Central (México) con la especie *J. olanchana*, como el epicentro de especiación de las demás especies de América Central y América del Sur. Dichas especies son nativas o endémicas de la vegetación propia de cada país, e incluso se han encontrado rasgos similares, aunque con diferencias taxonómicas en sus flores y en la madera (radios más heterocelulares, vasos y poros más grandes a medida que se avanza de norte a sur). Entre estas especies están *J. boliviana* (Bolivia), *J. australis* (Argentina) y *J. neotropica* (Colombia), esta última también está presente en Perú y aproximadamente en el siglo XV fue encontrada en Ecuador (Clado Rhysocaryon; Manning, 1957; 1960; Miller, 1976; Fjellstrom y Parfitt, 1995; Manos y Stone, 2001; Iamandei y Iamandei, 2001; Bai, Zeng, Liao y Zheng, 2006; Stone, Oh, Tripp, Ríos y Manos, 2009; Aradhya, Potter y Simón, 2006; Aradhya, Potter, Gao y Simón, 2007; Azas, 2016; Valverde, 2016).

J. neotropica fue descubierta en 1906 por el botánico Alemán Friedrich Ludwig Emil Diels y, desde entonces, ha sido reconocida también como *Juglans equatoriensis*, *J. granatensis*, *J.*



honorei, *J. andina* y *J. columbiensis* (Manning, 1960; Cárdenas y Salinas, 2006; Tropicos, 2017). Su clasificación taxonómica tiene a *J. neotropica* en la Clase: Equisetopsida C. Agardh, Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht, Superorden: Rosanae Takht, Orden: Fagales Engl., Familia: Juglandaceae DC. ex. Perleb y Género: *Juglans* L., dentro del cual se han identificado 69 especies con algunas variedades y subespecies (Tropicos, 2017).

En la actualidad, *J. neotropica* está clasificada en peligro (EN A2cd) en la zona andina de América del Sur, donde se encuentra de manera natural (Cárdenas y Salinas, 2006), debido a que 52% de sus poblaciones ha tenido sobreexplotación maderera (tala selectiva) y a que los bosques donde se encuentra han disminuido por ampliación urbanística y agrícola, afectando con ello su regeneración natural; además de que por sus múltiples usos ha venido siendo sobreexplotada sin ningún manejo técnico (Woeste y Michler, 2010; Quintero-García y Jaramillo-Villegas, 2012; Armijo y Sinche, 2013; Gómez, Toro y Piedrahita, 2013). En muchos países, la tala de esta especie se encuentra vedada, incluyendo a Colombia que, bajo la Resolución 383 de 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, restringe su tala.

Descripción botánica

Especie forestal de una altura entre 15 m y 48 m; con raíces pivotantes que pueden alcanzar hasta más de tres metros de profundidad; su fuste o tronco es cilíndrico, de porte recto, alcanzando entre 30 cm y 120 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), con una corteza externa fisurada color gris oscuro y una corteza interna fibrosa color crema (Yamamoto y Barra, 2003; Gómez y Toro, 2007). La copa es irregular, frondosa, de hasta 10 m de ancho, cuyas ramas son gruesas, de poca médula, con lenticelas cuando adulto, en ocasiones con pubescencia rojiza, monopódicas y casi horizontales al fuste principal y en el cual dejan unas cicatrices triangulares cuando caen (Manning, 1960; 1978; Stanford *et al.*, 2000; Molina - Rodríguez, del Valle, Magán y Molina - Martínez, 2003; Masías, 2007; Rojas y Torres, 2008).

Las hojas son compuestas alternas e imparipinadas, agrupadas al final de las ramas; miden entre 20 cm y 60 cm de largo y 18 cm a 30 cm de ancho, nacen a partir de una yema terminal escamosa, delgada y puntiaguda protegida por una bráctea vistosa y alargada. Contienen entre 7 y 19 folíolos dispuestos de manera opuesta en un raquis de pubescencia hirsuta

(Gómez y Toro, 2007); los folíolos frescos, cuando se maceran, desprenden un olor a melaza, miden entre 5 cm a 16 cm de largo y 2.5 cm a 8 cm de ancho y son sésiles. El limbo presenta nervaduras reticuladas, con un haz rugoso de color verde oscuro; el envés es pubescente de color verde claro a blanquecino (cuando el árbol está en etapas iniciales de crecimiento-joven), de borde dentado (joven) a entero, tiene ápice agudo y base subcordada, dándole una apariencia o forma ovado lanceolados (Manning, 1960; 1978).

Especie monoica; las inflorescencias son amentos tipo espiga que salen de las axilas de las hojas; las espigas masculinas son largas, son laterales (entre las hojas de una rama) y solitarias, con flores blancas, que están sostenidas por un receptáculo elipsoide que contiene una bráctea elongada. Tiene dos bractéolas (en ocasiones bilobuladas) y puede contener entre uno a cuatro sépalos o estar ausentes y entre 7 a 105 estambres, que cuentan con antera pubescente y hasta cuatro tecas de polen granular, poroso y de color marrón. Las espigas femeninas son cortas, son terminales (al final de las hojas de una rama) y salen en parejas, con 2 a 25 flores amarillo claro, que están sostenidas por un receptáculo elipsoide que contiene dos bractéolas, y casi siempre con cuatro sépalos fuertemente segmentados en las puntas y fusionados al ovario ínfero notoriamente pubescente, dentro del cual se encuentra un solo óvulo y entre dos a cuatro carpelos, con un solo pistilo bifurcado y un estigma delgado y plumoso (Manning, 1948; 1960; 1962; 1978; Ortega, 2007; Quiroz, 2013).

Los frutos son drupas de forma elipsoidal a casi circulares, con 6 cm de largo y 5 cm de ancho, sostenidos por un corto pedúnculo; con epicarpio grueso, áspero y/o rugoso, con presencia de lenticelas color café y color verde oliva (inmaduros) hasta café oscuro a casi negros (maduros); con poco mesocarpio o pulpa. La semilla es tipo nuez, con endocarpio surcado de manera longitudinal, de color café oscuro a casi negros, presentan un peso promedio de 23 g (7 g a 47 g), longitud de 3 cm (1 cm a 5 cm) y un ancho de 4 cm (2 cm a 6 cm), con una fragancia suave y agradable al olfato humano; en su interior tiene un almendra blanca que ocupa casi toda la cavidad de la semilla (Manning, 1960; Stanford *et al.*, 2000; Manos y Stone, 2001; Yamamoto y Barra, 2003; Gómez y Toro, 2007; Masías, 2007; Rojas y Torres, 2008; Sandoval y Venegas, 2009; Quintero-García y Jaramillo-Villegas, 2012; Quiroz, 2013; Armijos y Sinche, 2013; Azas, 2016).

La madera presenta albura de color castaño claro, duramen color castaño oscuro con vetas lineales café oscuras, una médula de color púrpura y un olor característico (madera seca) producto de ciertas gomas, resinas o tálides presentes en los elementos vasculares y que en ocasiones obstruyen el lumen, sin anillos de crecimiento visibles, con grano recto a ondulado, con porosidad difusa a circular formando los radios heterocelulares de 653 μm a 2500 μm de longitud dispuestos cada 18 μm . Los poros son solitarios entre 6 mm^2 a 18 por mm^2 , y cada poro con un tamaño mayor a 210 μm rodeados de parénquima apotraqueal y largas cadenas cristalíferas que le dan una apariencia a la madera con fines industriales, que presenta amplios conductos fibrosos intracelulares entre 12 μm a 16 μm y unos vasos con un tamaño de 812 μm promedio que varía según el crecimiento y la edad del árbol (Heimsch y Wetmore, 1939; Miller, 1976; Urrego, Pérez-Lara, Polanco y Pérez-Poveda, 2012; Beltrán y Valencia, 2013; Inga y del Valle, 2017).

La densidad de la madera verde es de 0.69 g/cm^3 , de la madera seca al aire es de 0.65 g/cm^3 y la densidad básica es de 0.52 g/cm^3 , lo cual la clasifica como una madera medianamente pesada, pero fácil de trabajar, de buen agarre de clavos y tornillos. Es una madera de lento secado, para la cual se han recomendado el secado Kiln con horario de T6-D4 (para un stock de 4/4) o el horario T3-D3 (para un stock de 8/4) (Kaiser, 2005).

Como elemento de estudio etnobotánico, se puede catalogar como especie promisoría por sus múltiples usos y propiedades benéficas para el ser humano y la fauna, siendo una alternativa en la lucha contra la pobreza y desnutrición en las zonas rurales del neotrópico, como en mantener el equilibrio de los ecosistemas naturales. Desde sus raíces hasta sus semillas se encuentran sustancias como juglandinas (resinas color amarillo), juglona (sustancia que permite los colores negros u oscuros por oxidación), taninos (gálicos y catéquicos, entre otros), una gran variedad de ácidos grasos insaturados, como: gulgándico, lipídicos como Omega 3 y 6, fólico, linoleico, oleico, palmítico, Y-linoléico, eláidico, esteárico, láurico, mirístico, fenólicos y flavonoides. Se encuentran quinonas, alcaloides, minerales (Fe-K-P-Ca), vitaminas (B, C, E y niacinas), como lípidos y proteínas (globulinas, albúminas, glutelinas y prolaminas) (Sandoval y Venegas, 2009; Juro, Flores, Mendoza y Carpio, 2010; Masías, 2007; Quiroz, 2013; Hurtado, 2014; Chusquillo, 2014; Albán,

2015; León, 2016; Valverde, 2016); elementos todos importantes para la salud del ser humano ya que mejora el sistema inmunológico y circulatorio (Masías, 2007; Albán, 2015).

Ecología

Especie neotropical, se le conoce como nogal (Venezuela y Bolivia), cedro negro (Colombia) y tocte (Ecuador y Perú). Se ha encontrado entre los 1400 m y 3500 m de altitud, siendo su mejor zona de crecimiento y desarrollo natural desde 1800 m a 2800 m, dentro de los intervalos latitudinales 9° 41' N a 14° 09' S y longitudinales de 79 °49' a 69° 15' O. Crece en todos los valles de la cordillera de los Andes en bosque húmedo montano bajo (bh-MB) y bosques secos montano bajo (bs-MB) y en transición con los bosques premontanos, dentro de bosques secundarios tardíos o maduros, bosques de galería e incluso como árboles aislados en potreros o fragmentos de bosque. Se ha encontrado que la regeneración de la especie es escasa y las poblaciones son pequeñas con individuos muy dispersos (Fjellstrom y Parfitt, 1995; Yamamoto y Barra, 2003; Ospina, Hernández, Aristizabal, Patiño y Salazar, 2003; Arévalo y Londoño, 2005; Masías, 2007; Ortega, 2007; Díaz y Rivera, 2007; Cárdenas y Salinas, 2006; Gunter *et al.*, 2008; Sandoval y Venegas, 2009; Woeste y Michler, 2010; Armijo y Sinche, 2013; Reynel y Marcelo, 2010; Hurtado, 2014; Chusquillo, 2014; Azas, 2016; Tropicós, 2017).

La regeneración escasa se debe a una alta mortalidad de las plántulas en sus estados iniciales de crecimiento por efecto de alta humedad y/o total sombrero; esta presenta una baja pero existente capacidad regenerativa a través del brote de sus raíces adventicias en la base de los tallos, como una estrategia adaptativa importante en su sobrevivencia en ambientes extremos (Stone *et al.*, 2009). De hecho, es una especie que crece en una gran variedad de suelos, como ultisoles, entisoles, inceptisoles, alfisoles y molisoles (Yamamoto y Barra, 2003). Es semiheliófila, ya que requiere de sombra en sus estadios iniciales (regeneración), por lo cual se ha clasificado de sucesión intermedia (vida moderada), llegando a los estratos superiores (Yamamoto y Barra 2003; Molina *et al.*, 2003; Rojas y Torres, 2008; Nieto y Rodríguez, 2010; Woeste y Michler, 2010; Palomeque, 2012; Armijos y Sinche, 2013). Es una especie poco caducifolia a semicaducifolia a caducifolia según el lugar donde crece, donde la hojarasca que produce o cae (50 kg/ha/año de biomasa), no está influenciada por las precipitaciones y juega



un papel fundamental en el equilibrio de los ecosistemas donde prospera, porque constituyen una fuente de energía por su aporte de nutrientes y formación de sustancias húmicas en los suelos, aun incluso considerando su lenta tasa de descomposición (2.6 años) (Rave-Oviedo, Montenegro-Ríos y Molina-Rico, 2013).

Por otro lado, dicha hojarasca por su altos contenidos tánicos impide el crecimiento de algunos individuos a su alrededor convirtiéndose en una especie alelopática, favoreciendo la conformación de comunidades vegetales afines con su presencia, con familias botánicas como Fagaceae, Betulaceae, Casuarinaceae, Myricaceae, Urticaceae y Leguminosae (*Inga* sp.); además, presenta otras asociaciones benéficas de las raíces con micorrizas arbusculares de los géneros *Glomus* sp. y *Archaespora* sp., incluso encontrando naturalmente en la especie nódulos nitrificantes. Esta situación, aunque ventajosa para la especie, no facilita su velocidad de germinación encontrando semillas que una vez caídas del árbol tardan alrededor de 300 días para germinar (Manning, 1978; Fjellstrom y Parfitt, 1995; Manos y Stone, 2001; Yamamoto y Barra, 2003; Ospina *et al.*, 2003; Ortega, 2007; Gunter *et al.*, 2008; Sandoval y Venegas, 2009; Stone *et al.*, 2009; Haug *et al.*, 2010; Aponte y Sanmartín, 2011; Palomeque, 2012).

J. neotropica presenta una actividad reproductiva anual que dura ocho meses en todo el neotrópico, desde la formación de flores hasta la producción de frutos maduros, fases fenológicas influenciadas por gradientes ambientales como la altitud (a mayor altitud menor actividad reproductiva) y por factores climáticos como la precipitación (Ospina *et al.*, 2003; Stone *et al.*, 2009; Aponte y Sanmartín, 2011; Rave-Oviedo *et al.*, 2013). La floración se da principalmente entre los meses de octubre a enero, después de la caída de hojas (cuando pasan de rojo a verde claro), con una mayor duración floral para las espigas femeninas y una alta asincronía dentro de las poblaciones (más de 90%) (Yamamoto y Barra, 2003; Gómez y Toro 2007; Gunter *et al.*, 2008; Rojas y Torres, 2008; Stone *et al.*, 2009; Reynel y Marcelo, 2010; Aponte y Sanmartín, 2011; Palomeque, 2012; Armijos y Sinche, 2013; Hurtado, 2014). Dichas flores son visitadas por abejas (*Apis mellifera*), atraídas por la gran cantidad de polen que producen las flores masculinas, quienes aportan a la polinización cruzada lejana (Sayas y Huamán, 2009; Stone *et al.*, 2009; Gómez y Toro, 2007), aunque la polinización más documentada para la especie es anemófila (Manos y Stone, 2001; Kaiser, 2005; Rojas y Torres,

2008; Gunter *et al.*, 2008; Stone *et al.*, 2009; Woeste y Michler, 2010; Quiroz, 2013; Azas, 2016).

La fructificación se da entre enero a septiembre, encontrando alto aborto de frutos antes del periodo de maduración que comienza en el mes de junio, situación que puede ser entendida por procesos de hibridación y que amerita de mayor investigación (Yamamoto y Barra, 2003; Gómez y Toro, 2007). Los frutos que alcanzan la madurez son dispersados por animales y fuentes de agua (Masías, 2007; Rojas y Torres, 2008; Stone *et al.*, 2009; Reynel y Marcelo, 2010; Aponte y Sanmartín, 2011; Palomeque, 2012; Armijos y Sinche, 2013; Hurtado, 2014; Chusquillo, 2014), encontrando que frutos de seis meses de formación ya son aptos para iniciar su proceso de germinación (López y Piedrahita, 1998) y no antes, ya que estos frutos son climáticos, esto es, que una vez caen del árbol ya no continúan con su proceso de maduración y desarrollo (Barreto y Herrera, 1990; Ospina *et al.*, 2003).

La estructura y dinámica de la especie es muy variable y poco investigada; se tienen tasas de crecimiento en altura entre 0.14 m/año y 2.0 m/año (valor calculado con individuos ya reproductivos, cercano a los ocho años), siendo mayor en las zonas donde la especie crece naturalmente bajo sistemas agroforestales y en zonas con suelos degradados por minería o agricultura intensiva con manejos silviculturales (Barreto y Herrera, 1990; Instituto ecuatoriano, forestal y de áreas naturales [Inefan] *et al.*, 1997; Yamamoto y Barra, 2003; Molina *et al.*, 2003; Ospina *et al.*, 2003; Masías, 2007; Díaz y Rivera, 2007; Ortega, 2007; Reynel y Marcelo, 2010; Palomeque, 2012; Gómez *et al.*, 2013). En DAP varía de 0.6 cm/año a 2.8 cm/año (Yamamoto y Barra, 2003; Inga y del Valle, 2017).

Bajo las mejores condiciones, la especie acumula alrededor de 21.2 tc/ha (ecuación alométrica: $C = -3.17438 + 3.6532 * (A) - 0.142587 * (A)^2$, donde C = carbono acumulado y A = área efectiva a estimar carbono con presencia de la especie) (Corporación Ambiental Empresarial de Bogotá [Caem], 2014). Lo anterior permite considerar a *J. neotropica* con alto potencial en la restauración ecológica de zonas andinas, incluso a pesar de su alto porcentaje de mortalidad, documentado en 52% a los ocho años de edad (Inefan *et al.*, 1997; Díaz y Rivera, 2007; Haug *et al.*, 2010; Palomeque, 2012; Armijos y Sinche, 2013; Gómez *et al.*,

2013); la especie presenta una vida útil de 253 años y una vida media alrededor de 88 años (Inga y del Valle, 2017).

Usos de *Juglans neotropica*

Con todas sus características botánicas y ecológicas, es una especie que aporta una gran variedad de bienes y servicios a la humanidad; se ha usado para recuperar suelos degradados por minería, ganadería u otros tipos de erosión, como para enriquecimiento de bosques secundarios (Barreto y Herrera, 1990; Inefan *et al.*, 1997; Ospina *et al.*, 2003; Yamamoto y Barra, 2003; Gómez y Toro, 2007; Díaz y Rivera, 2007). Se ha encontrado como ornamental en zonas urbanas amplias (Ospina *et al.*, 2003; Ortega, 2007); se le ha considerado con alto potencial polínifero en proyectos de apicultura (polen) con *Apis mellifera* (Sayas y Huamán, 2009); y en sistemas agroforestales, en cultivos como café, en huertas familiares, como árboles en linderos, como especie de sombrío en potreros, protectora de fuentes de agua y hábitat y alimento de la fauna silvestre (Inefan *et al.*, 1997; Stone *et al.*, 2009; Woeste y Michler, 2010; Castro, Suárez y López, 2012; Azas, 2016).

Dentro de los bienes, se tiene la madera del fuste o tronco, con alto valor comercial, la cual se usa en ebanistería (muebles finos), tableros, contrachapados, construcción (vigas y postes), productos torneados y en la elaboración de instrumentos musicales, por su buen acabado y color, así como por su densidad (Kaiser, 2005; Arévalo y Londoño, 2005; Masías, 2007; Ortega, 2007; Penagos *et al.*, 2009; Gómez *et al.*, 2013). Las ramas se usan para leña o madera para cercar potreros (Inefan *et al.*, 1997); adicionalmente se ha encontrado que la leña de esta especie es muy usada en varias localidades del Perú, por su lenta combustión y alto poder calórico (Córdova-Aguilar, 1992; Cárdenas y Salinas, 2006).

De las raíces, corteza, hojas, y frutos se saca la juglona (ictiotóxica y fungistática) como insumo para muchas comunidades selváticas para la pesca artesanal (Masías, 2007; Sandoval y Venegas, 2009; Hurtado, 2014). Se extraen tintes o colorantes (amarillos y negros) para adornar artesanías, así como para teñir ropa y cabello siendo al mismo tiempo un estimulante del crecimiento de este (Sandoval y Venegas, 2009; Quiroz, 2013; Chusquillo, 2014). Masías (2007) presenta un procedimiento para fabricar el colorante y hacer la tinción de telas, para obtener un

producto teñido de color marrón-caoba y listo para ser comercializado.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013), apuesta por las medicinas tradicionales, consideradas un complemento a escala mundial para enfrentar las enfermedades crónicas. De hecho, el uso de las hojas de *J. neotropica* presentan alto potencial en este tipo de medicina tradicional complementaria (Montoya *et al.*, 2003; Quiroz, 2013). De las hojas y de la corteza se realizan extracciones (alcohólicas, liofilizantes o hidrogeles), infusiones y decocciones que han ayudado a disminuir problemas de *Diabetes mellitus* (como antioxidante, hipoglucemiante o hepático); han ayudado a tratar infecciones vaginales, gástricas y respiratorias (tos-bronquitis o asma) producidas por *Escherichia coli*, *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*, entre otros (como antimicótico y antibacterial) y han ayudado a combatir la candidiasis bucal (Bussmann y Glenn, 2010; Bernal *et al.*, 2011; Ruiz *et al.*, 2013; Hurtado, 2014; Aranda-Ventura *et al.*, 2016; Bardales y Ureta, 2017); y han ayudado a la cicatrización de heridas abiertas cutáneas y el tratamiento de llagas (como astringente) (Juro *et al.*, 2010; Quiroz, 2013; Chusquillo, 2014).

Los frutos son comestibles, saludables y nutritivos, se cataloga como fruto seco no perecedero bajo condiciones de almacenamiento adecuadas; además, se considera símbolo de fecundidad y abundancia y se usa en rituales espirituales contra espíritus malignos (Masías, 2007; Stone *et al.*, 2009; Casamiquela *et al.*, 2014; Albán, 2015; Azas, 2016). La almendra por sí sola ayuda a reducir el colesterol y la posibilidad de ataques cardíacos y de accidentes cerebro vasculares (reduce viscosidad de la sangre y la presión arterial), lo cual es típico de los frutos secos (Sandoval y Venegas, 2009; Chusquillo, 2014; Albán, 2015). Con la almendra, en Ecuador se hacen confites y/o nogadas cocinando con panela y leche (Inefan *et al.*, 1997; Eynden, Cueva y Cabrera, 2003; Yamamoto y Barra, 2003; Reynel y Marcelo, 2010; León, 2016); igualmente se hacen postres como tortas de chocolate, banano y zanahoria, trufas con licor y granola casera, cuyas recetas se pueden ver en Valverde (2016).

También se hacen turronec duros en combinación con otras especies naturales como la quinoa (*Quinopodium quinoa*); Sandoval y Venegas (2009) y León (2016) detallan el proceso de elaboración de estos turronec.



Del fruto igualmente se obtienen ácidos grasos insaturados para su comercialización por su alto precio en el mercado, propiedades medicinales y vida útil de hasta seis meses; considerando nuevas tecnologías de micro encapsulados (técnica de prensado haciendo uso de una prensa de aceite manual), como se detalla en Chusquillo, (2014) y Albán (2015).

Propuesta de propagación y manejo silvicultural

Esta propuesta se basa en buenas prácticas forestales, agrícolas y ambientales, generando así el mínimo impacto ambiental y garantizando alta calidad e inocuidad de los productos obtenidos desde su origen (árbol semillero) hasta su comercialización (usos agroindustriales) (Casamiquela *et al.*, 2014). En este contexto y potenciando los usos de la especie se expone paso a paso un método eficaz de propagación y manejo que ayude a aumentar sus poblaciones y, al mismo tiempo, ser una alternativa de desarrollo sostenible para las comunidades asentadas en las zonas andinas.

El método sexual (por semilla) es la propuesta que se desarrollará; esta ayudará a mantener alta diversidad genética de la especie, siendo así más resiliente ante plagas y enfermedades y ante los efectos climáticos proyectados en las zonas andinas, ya que las técnicas asexuales como estacas y esquejes no han tenido éxito en su propagación (pudrición de tallos, por alta humedad) (Yamamoto y Barra, 2003; Armijos y Sinche, 2013) y las técnicas *in vitro* haciendo uso de sustancias químicas (mezcla de macro y micro nutrientes y uso de cito-quininas) o mediante biorreactores de inmersión temporal, arrojan brotes o germinaciones entre 80% a 100% en una semana (Quintero-García, y Jaramillo-Villegas, 2012; Peña, Rocano, Salazar y Torres, 2014; Rocano, Villena y Peña, 2017), pero son más costosos y no difieren mucho de las germinaciones por semilla.

1. Establecimiento de programas de conservación *in situ* de árboles semilleros. En cuanto a la conservación de árboles semilleros que garanticen semillas de calidad para su propagación en vivero y posterior siembra en campo, ya en Colombia algunas corporaciones autónomas regionales han mostrado liderazgo en la identificación y seguimiento de poblaciones de la especie en las partes altas del noroccidente del departamento de Antioquia (Molina *et al.*, 2003) y en México para *J. pyriformis* se evaluó y seleccionaron ciertos

árboles semilleros en la provincia de Coatepec (Ortiz, Acosta, Linares, Morales y Rebolledo, 2016). Para seleccionar árboles semilleros de *J. neotropica* deben considerarse tres etapas: a) calificar los árboles en campo mediante las siguientes características: fuste recto, con buen estado fitosanitario, sin bifurcaciones por lo menos en los primeros 8 m de altura total y $DAP \geq 30$ cm; una copa dominante (que sobresalga de otros individuos vecinos) y de ramas en lo posible horizontales 60° a 90° al tronco principal y que presente una tercera parte de la altura total, garantizando con ello una buena cobertura de producción de frutos; b) evaluar y considerar los individuos con mayor vigor germinativo, pureza y viabilidad (Pruebas ISTA internacionales), para la viabilidad se puede optar por una método cualitativo (abrir varias semillas para verificar su olor y color del embrión, el cual no debe tener olor y el color estar entre blanco o amarillo claro) y c) evaluar el crecimiento inicial con base en su mayor comportamiento en altura y mejor relación tallo-raíces (1:1) (Azas, 2016; Ortiz *et al.*, 2016).

2. 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 que permitan hacer la recolección oportuna de frutos o semillas que se propagarán en vivero sin afectar el equilibrio del ecosistema (Azas, 2016). En este caso para *J. neotropica*, en los lugares donde se ha documentado la especie se tiene una oferta de frutos maduros (color café claro) en los meses de junio a septiembre. En estos meses los frutos caen naturalmente y es el momento apropiado para su colecta, recogiendo estos inmediatamente del árbol o del suelo sin dejarlos allí por más de 48 horas para evitar daños fitosanitarios. Se recomienda hacer la colecta en costales de fibra o cabuya para ser transportados al vivero para su desarrollo germinativo inmediato; no se recomienda almacenarlos por ser semilla recalcitrante (Barreto y Herrera, 1990; Ospina *et al.*, 2003; Masías, 2007; Palomeque, 2012; Casamiquela *et al.*, 2014).
3. El vivero, previo o simultáneamente a las actividades anteriores ya se debe tener listo; este debe tener las condiciones mínimas para garantizar la adecuada

germinación de las semillas y crecimiento de plántulas antes de ser llevadas a campo; en zonas andinas es importante que las plantas crezcan en un ambiente de media sombra (50%), garantizando con ello un ambiente de semi-sombra, ya que la especie en sus etapas iniciales no debe estar expuesta totalmente al sol. Según la experiencia del viverista, la semilla se puede sembrar en germinador (solo arena) o en bolsas en forma directa, con un sustrato previamente preparado y desinfectado. Se recomienda una mezcla de tierra-arena-cascarilla de arroz o aserrín (1:1:1) más micorrizas arbusculares (*Glomus* sp.) en una proporción de 23 g/kg de sustrato. Además, se debe garantizar disponibilidad de agua tratada para riego (principalmente en verano) (Barreto y Herrera, 1990; Ospina *et al.*, 2003; Yamamoto y Barra, 2003; Reynel y Marcelo 2010; Gómez, 2012; Gómez *et al.*, 2013; Casamiquela *et al.*, 2014; Azas, 2016).

4. Es importante eliminar la pulpa de los frutos, una vez que están en el vivero. Para ello, se ha propuesto fermentar los frutos en agua durante una semana (cambio de agua diario) y luego manualmente separar la pulpa de la semilla con tenazas; al final, limpiar las semillas con un cepillo de acero y ponerlas a secar al sol durante un día (Palomeque, 2012; Azas, 2016). Con las semillas limpias, se hace una selección por tamaño (grandes, medianas y pequeñas), con el fin de garantizar una mayor homogenización en la germinación. El tamaño puede ser entendido de varias maneras, una como la masa (gramos) y la otra como longitud (medida entre ápice y base de la semilla); se ha encontrado que semillas de masa mayor a 15 g o de longitud mayor a 3 cm presentan altos índices de germinación (Gómez y Toro, 2007; Azas, 2016), aunque aún faltan estudios formales que hablen de si el tamaño de la semilla afecta o no la germinación y crecimiento inicial de *J. neotropica*.
5. La semilla por ser una nuez de endocarpo duro, requiere tratamientos pregerminativos, encontrando dos métodos eficientes para *J. neotropica*: uno es hidratar en agua durante ocho días (cambio de agua diario o poner en agua corriente) y el otro es exponiendo al sol durante 48 horas. Es importante mencionar que la semilla presenta germinaciones inferiores a 50% cuando se hidrata en agua por más de una semana, se escarifica o se realiza algún proceso químico

como el de hipoclorito de sodio a 20% (20 min) o bajo la acción del agua hervida, produciendo en todos estos casos pudrición de la almendra o muerte inmediata del embrión (Ospina *et al.*, 2003; Yamamoto y Barra, 2003; Gómez y Toro, 2007; Nieto y Rodríguez, 2010; Palomeque, 2012; Azas, 2016); aunque Stone *et al.* (2009) han encontrado, contrariamente, que la estratificación y escarificación de las semillas no influyen en su germinación significativamente, ni en el tiempo entre la siembra y la primera germinación, por lo cual es un punto que también amerita de mayores estudios.

6. Una vez realizados los pretratamientos adecuados, es primordial sumergir la semilla en un fungicida, ya que es muy propensa a hongos. Cuando se almacenen las semillas, se recomienda protegerlas mediante el uso de un producto como el "Vitavax 300" mediante una dosis de 0.05 g por cada 50 g de semillas o 60 g por cada 20 l de agua por metro cuadrado de semillas sembradas. Es importante aclarar que este producto no afectará la asociación con las micorrizas ya agregadas al sustrato, ya que no tendrá contacto con las nuevas raíces que darán origen a la plántula (Yamamoto y Barra, 2003; Aguirre, 2009). Luego se continúa con la germinación de las semillas en vivero, poniendo la semilla con el ápice hacia abajo y se entierra en el sustrato hasta la mitad, según el tipo de producción seleccionado por el viverista (Gómez y Toro 2007; Palomeque, 2012). A partir de entonces, cada quince días se debe deshierbar (si es necesario) y agregar al sustrato un tratamiento orgánico con extracto de naranja (dilución de 5 cm³ de extracto por m² semanalmente. El extracto contiene 20% de zumo de naranja, más 80% de alcohol al 70% para un litro), que ayudaría a favorecer la asociación micorrícica y, al mismo tiempo, protege de posibles enfermedades al emerger; adicionalmente, se debe hacer riego diario (principalmente en verano) (Yamamoto y Barra, 2003; Aguirre, 2009). De esta manera, entonces se puede tener una germinación para la especie, comenzando el día 19 con pocas semillas o esporádicas debido a las condiciones de maduración que ya traían las semillas desde los árboles semilleros. La máxima germinación se presenta a los 84 días y termina a los 192 días para las semillas rezagadas, obteniendo de esta manera germinaciones entre 70% y 90%. Es importante que cuando



se haya hecho uso de los germinadores; una vez que germine la semilla, esta debe ser trasplantada cuidadosamente a bolsas (Stone *et al.*, 2009; Yamamoto y Barra, 2003; Gómez y Toro, 2007; Rojas y Torres, 2008; Nieto y Rodríguez, 2010; Armijos y Sinche, 2013; Chusquillo, 2014). El proceso germinativo comienza con la ruptura de la testa, lo que es un indicativo de que ya la semilla por debajo del sustrato tiene raíces. Una vez que las raíces se fortalecen, comienza a emerger el hipocótilo desde el suelo, comenzando así el proceso de crecimiento. Inicialmente, el tallo crece rápido (1 cm/día) hasta observar las primeras hojas de color verde-rojizo; más adelante se van observando de color verde oscuro (Gómez *et al.*, 2013). En vivero, las plántulas se quedan hasta obtener entre 40 cm y 100 cm de alto, momento en el cual son llevadas a campo. Se recomienda pintar su tallo de blanco para evitar su mortalidad, por efecto del sol, en sus etapas iniciales (Molina *et al.*, 2003; Azas, 2016). En esas mismas etapas, desde el momento en que la plántula tiene hojas, se recomienda además, aplicar de manera preventiva cada 45 días “Ridomil Gold”, mediante una dosis de 3 g por litro de agua en un metro cuadrado. Este producto es un fungicida sistémico que se usa en algunos cultivos de alimentos comunes contra ciertas enfermedades y, adicionalmente, cuando se considere necesario y se observe pulgón en las hojas se aconseja lavar estas con agua y jabón (Yamamoto y Barra, 2003; Aguirre, 2009).

7. Previo al proceso de germinación en vivero, es primordial tener un plan de establecimiento y manejo para la especie; en este plan se debe especificar el lugar, época y distancias de siembra en campo, como el objetivo principal de la misma. En dicho caso para *J. neotropica* se recomienda dentro de la región andina lugares con precipitaciones entre 500 mm/año a 2000 mm/año y en zonas de Valles (no laderas) (Molina *et al.*, 2003; Ortega, 2007). Se deben establecer las plántulas al inicio de las lluvias o al final de las mismas, con distanciamientos amplios entre individuos cada 10 m (densidad de siembra = 100 árboles/ha) (Yamamoto y Barra, 2003; Ortega, 2007; Suo *et al.*, 2012; Diazgranados, 2017) e intercalados con aquellas especies con las cuales se ha mencionado tiene asociaciones benéficas para su crecimiento y desarrollo, e incluyendo otras especies que aporten

- nitrógeno al suelo (Molina *et al.*, 2003; Ortega, 2007; Quintero-García y Jaramillo-Villegas, 2012; Chusquillo, 2014). Entre dichas especies se tiene: olivo de cera (*Morella pubescens*), roble de tierra fría (*Quercus humboldti*), químula (*Citharexylon subflavescens*), aliso (*Alnus jorullensis*), chaquiro (*Retrophyllum rospligiossi*), amarrahoyo (*Meriania nobilis*), cedro de altura (*Cedrela montana*), chirlobirlo (*Tecoma stans*), guamos (*Inga spp.*), entre otras. Con respecto al propósito de la siembra en campo de *J. neotropica* se puede definir que, como la especie no se ha observado creciendo en grupos grandes, no es recomendable sembrarla como plantación pura, porque ello le puede traer muchos problemas de plagas, enfermedades y de bajos rendimientos maderables (Yamamoto y Barra, 2003; Castañeda, Osorio, Canal y Galeano, 2010). Adicionalmente a lo anterior, aún no se tienen investigaciones que potencien esta especie en plantaciones puras, como sí se ha hecho con otras especies del género: hibridaciones de *J. regia* x *paradox* (Suo *et al.*, 2012) y de *Juglans* x *intermedia* (Molina *et al.*, 2003; Ortega, 2007), aportando grandes beneficios económicos. Por tal razón, en este trabajo se quiere impulsar su siembra en campo con fines de recuperación de suelos degradados, enriquecimiento de bosques, implementación de sistemas agroforestales y plantaciones mixtas, como de embellecimiento de centros poblados o zonas urbanas, como aporte a la conservación de los bosques andinos y de sumar a la iniciativa 20 × 20 de restauración ecológica en América Latina (Murcia, Guariguata, Peralvo y Gálmez, 2017).
8. Como anteriormente se detalló el plan de establecimiento, ahora se detalla el plan de manejo, comenzando con hacer el trazado y “hoyado” según el distanciamiento, lugar y época ya definidos. Los hoyos deben ser de 40 cm de diámetro por 40 cm de profundo, que garantice un buen desarrollo radicular de la especie, acompañado de un *plateo* (dejar libre de hierbas o malezas) de un metro alrededor del centro del hoyo, garantizando con ello evitar la competencia con otras especies por los nutrientes del sitio que impidan su adecuado crecimiento. Además, ya en el momento de sembrar la plántula se debe agregar abono orgánico que cubra el hoyo hecho y garantizar que la base del tallo quede a nivel del suelo, para evitar su pudrición por contacto con superficies

húmedas (Díaz y Rivera, 2007; Rojas y Torres, 2008; Nieto y Rodríguez, 2010; Valverde, 2016). A continuación, se listan las actividades de manejo hasta tener un árbol productivo, con fines de obtención de frutos y madera:

- En los primeros seis meses: realizar el *plateo* y agregar abono orgánico.
- Desde el primero hasta el tercer año: hacer poda anual de formación (fuste libre de ramas hasta los 6 m) y fertilizar con nitrógeno (NPK) (60 g/árbol a 30 cm de profundidad y en corona, aumentando cada año a 100 g/árbol y 140 g/árbol) (Molina *et al.*, 2003; Ortega, 2007; Chusquillo, 2014; Valverde, 2016)
- En el cuarto y quinto año: con fines de impulsar la floración, brotación de yemas y producción constante de frutos, se ha recomendado usar un regulador del crecimiento como “cianamida hidrogenada al 2%” (Lemus, Gálvez y Valenzuela, 1989), logrando así la primera producción de frutos antes de los ocho años de edad.
- Una vez que comienza a reproducirse puede ser usada por las comunidades como alternativa sostenible en la industria de alimentos, medicinal o textilera, como los usos ya descritos. Adicionalmente, ya cuando tenga entre 25 años y 30 años se puede hacer uso de la misma con fines maderables, específicamente madera de aserrío obteniendo 0.8 m³/árbol (Masías, 2007; Urrego *et al.*, 2012; Molina *et al.*, 2003; Valverde, 2016).

9. De hecho, dentro del plan de manejo es importante reconocer las principales plagas y enfermedades de *J. neotropica* para su adecuado manejo en caso de detectar estas en vivero o en campo. En dicho caso, en vivero las semillas y plántulas son atacadas por hongos de los géneros *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Botrytis* sp., *Penicillium* sp., *Armillaria mellea*, *Gnomonia leptostyla* y *Phytophthora cinamomi*. En campo, en las diferentes etapas de crecimiento se pueden encontrar bacterias, virus e insectos que producen manchas negras o galerías tanto en ramas como en hojas. Las especies que se han documentado son: *Xanthomonas campestris*, *Xanthomonas juglandis*, carpocapsa (*Cydia pomonella*), mariposa del

algarrobo (*Ectomyelosis ceratonice*), polilla de los frutos secos (*Plodia interpunctella*), trips adultos (*Frankiniella occidentalis*), lorito verde (*Empoasca* sp.), trips pequeños, mosca blanca, mosca de la fruta (*Anastrepha manizalensis*), barrenador (*Hypsipyla grandella*) y lepidóptero barrenador (*Gretchena garai*); esta última se ha definido como la que más afecta el crecimiento de la especie. Debido al fuerte impacto de este lepidóptero barrenador, a continuación se detalla su ciclo de vida completo (64 días: huevo = 8 días, larva = 30 días, pupa = 19 días y adulto = 7 días). Las hembras ovipositan en la base de las hojas tiernas de los brotes apicales y, cuando nace la larva, acaba con las yemas terminales. Ya específicamente en zonas urbanas donde se ha encontrado la especie se han observado ácaros e insectos succionadores, como hongos defoliadores (Miller, 1987; Yamamoto y Barra, 2003; Molina *et al.*, 2003; Norrbom, Korytkowski, González y Orduz, 2005; Tigrero, 2007; Ortega, 2007; Aguirre, 2009; Woeste y Michler, 2010; Reynel y Marcelo, 2010; Perdomo, 2010; Castañeda *et al.*, 2010; Suo, *et al.*, 2012; Valverde, 2016).

Como complemento final a esta propuesta es necesario considerar otras medidas en pro de una mayor eficiencia y competitividad en la producción y transformación de frutos y madera. En este contexto y con base en la normatividad ambiental de cada país en la zona andina (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela), se debe poner en marcha un programa de educación y capacitación ambiental en temas como: manejo integrado de plagas (donde predominen las técnicas biológicas sobre las químicas), medidas preventivas de seguridad y salud en el trabajo (técnicas ergonómicas, uso de quipo de protección personal para cada actividad propuesta); normas de inocuidad y calidad de alimentos según el Codex alimentario y normas de manejo ambiental. Lo anterior con el fin de dar un buen uso a los residuos generados en vivero como bolsas, recipientes de fungicidas (programa postconsumo), pulpa de los frutos o residuos generados en los procesos de transformación como bagazo y tortas; recomendando hacer abonos orgánicos o alimento concentrado para animales (Chusquillo, 2014; Albán, 2015) y, con las tapas de las semillas que quedan al momento de germinar, promover el diseño y elaboración de artesanías (manillas, aretes, collares, llaveros), como se ha mencionado en Ecuador por Valverde (2016).



Perspectivas de conservación

El conocimiento de la especie *J. neotropica* es un aporte importante al fortalecimiento de su conservación en el neotrópico dentro del convenio de maderas tropicales y el convenio de diversidad biológica, como una herramienta para direccionar recursos enfocados a su propagación en pro de la recuperación de sus poblaciones y de ser una alternativa de aprovechamiento sostenible en las zonas andinas por sus múltiples usos en los negocios o mercados verdes y también por sus características resilientes en la restauración de suelos degradados ante la adaptación del cambio climático.

J. neotropica es de alto potencial forestal, por lo que amerita de mayores investigaciones:

- Diversidad genética en estados naturales con fines de documentar mejor sus orígenes, como lo proponen Alberca (2014) y Bernard, Lheureux y Dirlewanger (2018).
- Poner en marcha programas de hibridación de *J. neotropica* con *J. regia* y *J. nigra*, con la finalidad de tener rendimientos económicos mayores en su aprovechamiento en corto tiempo en diferentes tipos de suelos (ácidos y calcáreos).
- Detallar su estructura y dinámica poblacional, en especial con fines de conocer sus dispersores y regeneración natural y el papel de dichos procesos en su conservación.
- Esclarecer el efecto del tamaño y la forma de la semilla en la germinación y crecimiento inicial de la especie, en su distribución y en su adaptación al cambio climático, como lo hecho en parte para *J. jamaicensis* (Rodríguez, Aguilar y Valdés, 2017).
- Profundizar en casos puntuales de conservación comunitaria del recurso flora y fauna, donde se incluyan especies en algún grado de extinción como la descrita.
- Aumentar los estudios sobre el potencial medicinal de la especie, buscando ayudar a mejorar la salud de las comunidades andinas.

RECONOCIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por la Red Eagle Mining de Colombia S.A.S. Contó con el apoyo de los estudiantes de la

Tecnología en Gestión de Plantaciones Forestales de la Fundación Universitaria Católica del Norte en la búsqueda de referencias bibliográficas; en especial a María Lucia Zapata y la Coordinación de ciencias ambientales de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Se agradece a los evaluadores anónimos por sus aportes a esta obra compilatoria

REFERENCIAS

- Aguirre, A. V. (2009). *Producción y eficiencia de un insecticida botánico a partir de semillas de naranja en el parque metropolitano Güangüiltagua*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador.
- Albán, G. E. (2015). *Extracción mecánica y nanoencapsulación del aceite de Juglans neotropica mediante spray-drying*. Tesis de licenciatura no publicada, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Alberca, N. V. (2014). *Extracción mecánica y nanoencapsulación del aceite de Juglans neotropica mediante spray-drying*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Técnica particular de Loja, Loja, Ecuador.
- Aponte, R. V., & Sanmartín, J. C. (2011). *Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas, con potencial productivo maderable y no maderable del bosque protector el bosque de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, Loja*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Aradhya, M. K., Potter, D., & Simón, C. J. (2006). Origin, evolution, and biogeography of *Juglans*: a Phylogenetic perspective. *Acta Horticulturae*, 705, 85-94. doi: 10.17660/ActaHortic.2005.705.8
- Aradhya, M. K., Potter, D., Gao, F., & Simon, C. J. (2007). Molecular phylogeny of *Juglans* (Juglandaceae): a biogeographic perspective. *Tree Genetics & Genomes*, 3(4), 363-378. doi: 10.1007/s11295-006-0078-5
- Aradhya, M., Woeste, K., & Velasco, D. (2010). Genetic diversity, structure and differentiation in cultivated walnut (*Juglans regia* L.). *Acta Horticulturae*, 861, 127-132. doi: 10.17660/ActaHortic.2010.861.16
- Aranda-Ventura, J., Villacrés, J., García de Sotero, D., Sotero, V., Vásquez, D., Monteiro, U., González-Aspajo, G., Mego, R., & Alfaro, W. (2016). Toxicidad, actividad antioxidante in vitro e hipoglucemiante in vitro e in vivo del extracto acuoso de *Juglans neotropica* Diels (nogal peruano). *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 1(4), 16-24. doi: 10.26722/rpmi.2016.14.37
- Arévalo, R. L., & Londoño, A. (2005). *Manual para la identificación de maderas que se comercializan en el Departamento del Tolima*. Ibagué, Colombia: Universidad del Tolima & Corporación Autónoma Regional del Tolima-CORTOLIMA. doi: 10.13140/RG.2.1.2935.5049

- Armenteras, D., & Rodríguez, N. (2014). *Dinámicas y causas de deforestación en bosques de latino américa: una revisión desde 1990*. *Colombia Forestal*, 17(2), 233-246. doi: 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a07
- Armijos, A. A., & Sinche, M. G. (2013). *Distribución y propagación asexual de cuatro especies forestales nativas en vivero utilizando dos tipos de sustratos, en la Hoya de Loja*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Azas, R. D. (2016). *Evaluación del efecto de los tratamientos pregerminativos en semillas de nogal (Juglans neotropica Diels) en el recinto pumin provincia de Bolívar*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad de las Fuerzas Armadas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.
- Bai, W. N., Zeng, Y. F., Liao, W. J., & Zhang, D. Y. (2006). Flowering phenology and wind-pollination efficacy of Heterodichogamous *Juglans mandshurica* (Juglandaceae). *Annals of Botany* 98(2), 397–402. doi: 10.1093/aob/mcl111
- Bardales, A. M., & Ureta, Y. M. (2017). Actividad antifúngica con infusión de *Juglans neotropica* Diels (nogal) en colonias de *Candida albicans* (ATCC 10231). Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Antonio Guillermo, Cajamarca, Perú.
- Barreto, G., & Herrera, J. D. (1990). *Juglans neotropica*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura – Instituto de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente – Plan de Acción Forestal para Colombia (Serie N°40).
- Beltrán G., L. A., & Valencia R., G. M. (2013). Anatomía de anillos de crecimiento de 80 especies arbóreas potenciales para estudios dendrocronológicos en la Selva Central, Perú. *Revista de Biología Tropical*, 61(3), 1025-1037.
- Bernal, H. Y., García, H., Londoño, C., Molano, M. E., Quevedo, G. E., & Vásquez, C. A. (2011). *Pantas para el conocimiento, conservación y uso sostenible de las plantas medicinales nativas en Colombia*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Bernard, A., Lheureux, F., & Dirlwanger, E. (2018). Walnut: past and future of genetic improvement. *Tree Genetics y Genomes*, 14(1), 1. doi: 10.1007/s11295-017-1214-0
- Bussmann, R. W., & Glenn, A. (2010). Medicinal plants used in Peru for the treatment of respiratory disorders. *Revista Peruana de Biología*, 17(3), 331-346
- Cárdenas, D., & Salinas, N. (2006). *Libro rojo de plantas de Colombia, Especies maderables amenazadas I parte*. Bogotá, Colombia: SINCHI-MAVDT.
- Casamiquela, C. H., Delgado, G., Solís, O., Neme, J., Lechadoy, M., Morón, P., & Pons, A. (2014). *Manual de buenas prácticas agrícolas (BPA) para la producción de nuez de nogal*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Castañeda, M., Osorio, A., Canal, N. A., & Galeano, P. É. (2010). Especies, distribución y hospederos del género *Anastrepha* Schiner en el Departamento del Tolima, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 38(2), 265-271.
- Castro, L., Suárez, J. C., & López, C. F. (2012). Conocimiento local de los servicios ecosistémicos en arreglos agroforestales de café (*Coffea arabica* L.) del sur de Colombia. *Ingenierías & Amazonia*, 5(1), 17-29.
- Chusquillo, L. A. (2014). *Diseño de un proceso para la obtención de compuestos fenólicos del pericarpio de la semilla del nogal (Juglans neotropica Diels) y extracción del aceite de la nuez*. Tesis de licenciatura no publicada, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Córdova-Aguilar, H. (1992). Firewood use and the effect on the ecosystem – A case study of the Sierra of Piura, Northwestern Peru. *GeoJournal*, 26(3), 297-309. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/41145397>
- Corporación Ambiental Empresarial - CAEM. (2014). *Crecimiento, biomasa acumulada y carbono capturado de 25 especies de árboles y arbustos nativos de la cordillera oriental colombiana*. Bogotá, Colombia: Corporación Ambiental Empresarial - Fundación Natura.
- Díaz, M. C., & Rivera, A. D. (2007). *Evaluación del comportamiento inicial de especies forestales plantadas en diferentes estadios de sucesión en la estación científica "San Francisco" Zamora Chinchipe*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Díazgranados, A. (2017). *Diseño de una máquina automatizada para la perforación de tierra y posterior ubicación de la plántula de Juglans neotropica en llanuras*. Tesis de licenciatura no publicada, Fundación Universidad de América, Bogotá, Colombia.
- Eynden, V. V., Cueva, E., & Cabrera, O. (2003). Wild foods from southern Ecuador. *Economic Botany*, 57(4), 576-603. doi: 10.1663/0013-0001(2003)057[0576:WFFSE]2.0.CO;2
- Fjellstrom, R. G., & Parfitt, D. E. (1995). Phylogenetic analysis and evolution of the genus *Juglans* (Juglandaceae) as determined from nuclear genome RFLPs. P1. *Plant Systematics and Evolution*, 197, 19-32. doi: 10.1007/BF00984629
- Gómez, M. L., Toro, J. L., & Piedrahita, E. (2013). *Propagación y conservación de especies arbóreas nativas*. Medellín, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia-CORANTIOQUIA.
- Gómez, M. L., & Toro, J. L. (2007). *Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque*. Medellín, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia-CORANTIOQUIA.
- Gómez, P. (2012). *Comparación de fertilización exponencial y constante en plántulas de cinco especies forestales nativas de bosques andinos de Colombia*. Tesis de maestría no publicada, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.



- González, E. V. (2008). *Guía de contenidos "Identificación organoléptica y macroscópica de maderas comerciales" Serie I Competencias básicas para la producción industrial de muebles de madera*. Lima, Perú: Proyecto "Asistencia técnica para el mejoramiento de la oferta exportable, estándares de calidad y normas técnicas en el sector madera en Lima y Pucallpa".
- Günter, S., Stimm, B., Cabrera, M., Diaz, M. L., Lojan, M., Ordoñez, E., Richter, M., & Weber, M. (2008). Tree phenology in montane forests of southern Ecuador can be explained by precipitation, radiation and photoperiodic control. *Journal of Tropical Ecology*, 24(3), 247-258. doi: 10.1017/S0266467408005063
- Haug, I., Wubet, T., Weib, M., Aguirre, N., Weber, M., Günter, S., & Kottke, I. (2010). Species-rich but distinct arbuscular mycorrhizal communities in reforestation plots on degraded pastures and in neighboring pristine tropical mountain rain forest. *Tropical Ecology*, 51(2), 125-148.
- Heimsch, C. Jr., & Wetmore, R. H. (1939). The significance of wood anatomy in the taxonomy of the Juglandaceae. *American Journal of Botany*, 26(8), 651-660. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2436805>
- Hurtado, E. (2014). *Evaluación de la actividad gastroprotectora del extracto hidroalcohólico de las hojas de Juglans neotropica Diels "Nogal peruano"*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Iamandei, S., & Iamandei, E. (2001). New juglandaceous fossil Wood in the middle miocene lignoflora of Pravaleni-OCIU (South apusenii). *Acta Paleontologica Romaniaae*, 3, 185-198.
- Inga, J. G., & del Valle, J. I. (2017). Log-relative growth: A new dendrochronological approach to study diameter growth in Cedrela odorata and Juglans neotropica, Central Forest, Peru. *Dendrochronologia*, 44, 117-129. doi: 10.1016/j.dendro.2017.03.009
- Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales [Inefan], Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], & Gobierno de los países bajos. (1997). *Alternativas técnicas para manejar sustentablemente los bosques andinos*. Quito, Ecuador: Proyecto Desarrollo Forestal Campesino.
- Juro, S., Flores, V., Mendoza, Y., & Del Carpio, C. (2010). Efecto cicatrizante de las diferentes formas farmacéuticas tópicas elaboradas con el extracto hidroalcohólico de Juglans neotropica Diels "nogal" en ratones albinos. *Folia Dermatológica Peruana*, 21(1), 19-24.
- Kaiser, J. A. (2005). A true walnut straight from the tropics. *Wood of the month*, 1, 34.
- Lemus, G., Gálvez, S., & Valenzuela, J. (1989). Floración y brotación con cianamida hidrogenada en el nogal, kiwi y peral. *IPA La Platina*, (53), 29-38.
- León, S. E. (2016). *Caracterización de las proteínas de Tocte (Juglans neotropica Diels) y su digestibilidad gastrointestinal in vitro*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- López, J., & Piedrahíta, E. (1998). Respuesta de la semilla de cedro negro (*Juglans neotropica* Diels) a la aplicación de tratamientos pregerminativos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 51(1), 217-235.
- Manning, W. E. (1948). The morphology of the flowers of the Juglandaceae. III. The staminate flowers. *American Journal of Botany*, 35(9), 606-621. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2438058>
- Manning, W. E. (1957). A Bolivian Walnut from Peru growing in Costa Rica. *Brittonia*, 9(2), 131. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2804776>
- Manning, W. E. (1960). The genus *Juglans* in South America and the west Indies. *Brittonia*, 12, 1-26. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2805331>
- Manning, W. E. (1962). Branched pistillate inflorescences in *Juglans* and *Carya*. *American Journal of Botany*, 49(9), 975-977. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2439209>
- Manning, W. E. (1978). The classification within the Juglandaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 65(4), 1058-1087. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2398782>
- Manos, P. S., & Stone, D. E. (2001). Evolution, phylogeny, and systematics of the Juglandaceae. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 88(2), 231-269. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2666226>
- Masías, K. (2007). *Caracterización de las propiedades tintóreas del extracto de nogal (Juglans neotropica Diels) proveniente de la cuenca alta del río Zaña*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Miller, R. B. (1976). Wood anatomy and identification of species of *Juglans*. *Botanical Gazette*, 137(4), 368-377. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2473781>
- Miller, W. E. (1987). A new species of *Gretchena* (Tortricidae) injurious to planted neotropical walnut. *Journal of the Lepidopterists Society*, 41(3), 151-153.
- Molina, F., del Valle, F., Fernández de AnaMagán, F., & Molina, B. (2003). *Guía de silvicultura, producción de madera de alto valor, el nogal*. Galicia, España: Asociación Forestal de Galicia.
- Montoya, B., Lemeshko, V. B., López, J., Pareja, A., Urrego, R., & Torres R. (2003). Actividad antioxidativa de algunos extractos vegetales. *Vitae*, 10(2), 72-79.
- Morales, M., & Armenteras, D. (2013). Estado de conservación de los bosques de niebla de los Andes Colombianos, un análisis multiescalar. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 17(1), 64-72.
- Murcia C., Guariguata, M. R., Peralvo, M., & Gálmez, V. (2017). *La restauración de bosques andinos tropicales: Avances, desafíos y perspectivas del futuro*. Documentos Ocasionales 170. Bogor, Indonesia: CIFOR. doi: 10.17528/cifor/006524

- Nieto, V. M., & Rodríguez, J. (2010). *Juglandaceae (Walnut family) Juglans andina Triana y Cortés, Juglans colombiensis Dode, Juglans bonorei Dode Cedro negro, cedro nogal, nogal, nogal bogotano*. Bogotá, Colombia: Corporación Nacional de Investigación of Forestal.
- Norrbom, A. L., Korytkowski, C. A., González, F., & Orduz, B. (2005). A new species of *Anastrepha* from Colombia related to Mexican fruit fly (Diptera; Tephritidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 31(1): 67-70.
- Orel, G., Marchant, A. D., Mcleod, J. A., & Richards, G. D. (2003). Characterization of 11 Juglandaceae genotypes based on morphology, cpDNA, and RAPD. *American Society for Horticultural Science*, 38(6), 1178-1183.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2013). *Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023*. Hong Kong, China: Organización Mundial de la Salud.
- Ortega, H. (2007). *Estudio del ataque de Gretchena garai Miller en nogal (Juglans Neotropica Diels) en plantación sola y asociada con cuatro especies forestales en dos sitios*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Ortiz, E., Acosta, C., Linares, P., Morales, Z., & Rebolledo, V. (2016). Selección de árboles semilleros de *Juglans pyriformis* Liebm. en poblaciones naturales de Coatepec y Coacoatzintla, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(38), 43-58.
- Ospina, C. M., Hernández, R. J., Aristizabal, F. A., Patiño, J. N., & Salazar, J. W. (2003). *El cedro negro una especie promisorio de la zona cafetera*. Chinchiná, Colombia: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.
- Palomeque, F. J. (2012). *Natural succession and tree plantation as alternatives for restoring abandoned lands in the Andes of Southern Ecuador: Aspects of facilitation and competition*. Disertación doctoral no publicada, Technische Universität München, München, Alemania.
- Penagos, C. A., Ramón, F. R., & Pinto, M. S. (2009). *Guía de identificación maderas aserradas Departamento del Huila*. Neiva, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena-CAM.
- Peña, D. F., Rocano, M. N., Salazar, J. M., & Torres, C. S. (2014). Inducción de la brotación *in vitro* de microplántulas de Nogal (*Juglans neotropica*) tratadas con Thidiazuron (TDZ) y 6-Bencilaminopurina (BAP). *MAISKANA*, 5(2), 81-85.
- Perdomo, A. (2010). *Apoyar un protocolo para el seguimiento a la salud de los árboles que han sido manejados con biofertilizantes en condiciones urbanas y rurales*. Bogotá, Colombia: Jardín Botánico José Celestino Mutis.
- Quintero-García, O. D., & Jaramillo-Villegas, S. (2012). Rescate y germinación *in vitro* de embriones inmaduros de cedro negro (*Juglans neotropica* Diels). *Acta Agronómica*, 61(1), 52-60.
- Quiroz, R. E. (2013). *Evaluación de la actividad cicatrizante de un gel elaborado a base de los extractos de nogal (Juglans neotropica Diels), ortiga (Urtica dioica L.), sábila (Aloe vera), en ratones (Mus musculus)*. Tesis de licenciatura no publicada, Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Rave-Oviedo, S. Y., Montenegro-Ríos, M., & Molina-Rico, L. J. (2013). Caída y descomposición de hojarascas de *Juglans neotropica* Diels (1906) (Juglandaceae) en un bosque montano andino, Pijao (Quinío), Colombia. *Actualidad Biológica*, 35(98), 33-43.
- Reynel, C., & Marcelo, J. (2010). *Árboles de los ecosistemas forestales andinos, Manual de identificación de especies*. Lima, Perú: Intercooperation Fundación Suiza para el desarrollo y la Cooperación Internacional.
- Rocano, M., Villena, P., & Peña, D. (2017). Evaluación de los sistemas de cultivo semisólido y BIT en la multiplicación *in vitro* de *Juglans neotropica*. *MAISKANA*, 8(1), 103-109. doi: 10.18537/mskn.08.01.09
- Rodríguez, J. L., Aguilar, C., & Valdés, Y. (2017). Relación entre morfología y dispersión de *Juglans jamaicensis* C. DC con la distancia al curso de agua. *Revista Cubana de Ciencias Forestales CFORES*, 5(1), 27-32.
- Rojas, F., & Torres, G. (2008). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. *Kurú Revista Forestal*, 5(13), 1-3.
- Ruiz, J. R., Roque, M., Salazar, M., Gamarra, G., Arias, G. C., Whu, D., Acosta, E., Irey, J., Guadalupe, L., Llahuilla, J., Chávez, J. F., Solis, D. D., Basualdo, G. J., & Santa Cruz, O. G. (2013). Actividad antiestafilocócica y antibiopelícula de los extractos de *Juglans neotropica* DIELS, *Piper lineatum* Ruiz & Pav. y *Terminalia catappa* L. *Ciencia e Investigación*, 16(1), 32-37.
- Sandoval, L., & Venegas, O. (2009). *Elaboración de turrón duro con quinua (Chenopodium quinoa L.) y almendra de nogal (Juglans neotropica)*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Sayas, R., & Huamán, L. (2009). Determinación de la flora polínifera del Valle de Oxapampa (Pasco-Perú) con base en estudios palinológicos. *Ecología Aplicada*, 8(2), 53-59.
- Stanford, A. M., Harden, R., & Parks, C. R. (2000). Phylogeny and biogeography of *Juglans* (Juglandaceae) based on *matk* and its sequence data. *American Journal Botany*, 87(6), 887-882. doi: 10.2307/2656895
- Stone, D. E., Oh, S. H., Tripp, E., Ríos, E., & Manos, P. (2009). Natural history, distribution, phylogenetic relationships, and conservation of Central American Black Walnuts (*Juglans* sect. *Rhysocaryon*). *Torrey Botanical Society*, 136(1), 1-25. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/40207615>
- Suo, Z., Pei, D., Ma, Q., & Jin, X. (2012). Genetic formation of Paradox hybrids (*Juglans* L.) Revealed by nrDNA IGS8-ETS1 Region. *AASRI Procedia*, 1, 156-165. doi: 10.1016/j.aasri.2012.06.025
- Tigrero, J. O. (2007). Arquitectura del fruto e incidencia de parasitismo sobre larvas de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Serie Zoológica*, 3, 31-40.



Tropicos (2017). *Juglans neotropica* Diels. Missouri Botanical Garden. Recuperado de <http://www.tropicos.org/Name/16700014> el 26 de abril de 2017.

Urrego, D. F., Pérez-Lara, M. C., Polanco, C. A., & Pérez-Poveda, M. V. (2012). Control del aprovechamiento ilegal de flora a partir de la anatomía de siete especies maderables en estado de amenaza, aportes a la política nacional ambiental. *Revista Criminalidad*, 54(1), 259-281.

Valverde, A. (2016). *Estudio y análisis del fruto seco Tocte (Juglans neotrópica) y su aplicación en la pastelería*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Woeste, K., & Michler, C. (2010). *Juglans*. En Kole, C., *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Forest Trees* (pp. 77-88), Berlín: Springer-Verlag. doi: 10.1007/978-3-642-14228-4

Yamamoto, J. P., & Barra, M. (2003). *Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad*. Oxapampa, Perú. Pronaturaleza.

Manuscrito recibido el: 3 de mayo de 2017

Aceptado el: 31 de agosto de 2017

Publicado el: 8 de marzo de 2018

Este documento se debe citar como:

Toro V., E., & Roldán R., I. C. (2018). Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. *Madera y Bosques*, 24(1), e2411560. doi: 10.21829/myb.2018.2411560



Madera y Bosques por Instituto de Ecología, A.C. se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.