



Entramado

ISSN: 1900-3803

Universidad Libre de Cali

Torres-Torres, Jhon Jerley; Medina-Arroyo, Henry Hernán; Martínez-Guardia, Melida

**Germinación y crecimiento inicial de *Hymenaea oblongifolia*
Huber en el municipio de Istmina, Chocó, Colombia***

Entramado, vol. 14, núm. 2, 2018, Julio-Diciembre, pp. 230-242

Universidad Libre de Cali

DOI: <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4760>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265459295001>

- 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

Germinación y crecimiento inicial de *Hymenaea oblongifolia* Huber en el municipio de Istmina, Chocó, Colombia *

Jhon Jerley Torres-Torres

Investigador Universidad Tecnológica del Chocó, Quibdó - Colombia.

jhonjerleytorres@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-0503-837X>


Henry Hernan Medina-Arroyo

Docente e investigador Universidad Tecnológica del Chocó, Quibdó - Colombia.

hehemear@yahoo.com  <https://orcid.org/0000-0002-9596-9054>

Melida Martínez-Guardia

Docente e investigadora Universidad Tecnológica del Chocó, Quibdó - Colombia.

melidamaguar@yahoo.es  <https://orcid.org/0000-0002-6318-2732>

RESUMEN

La tala selectiva de los bosques ha ocasionado que las densidades de *Hymenaea oblongifolia* Huber se hallan disminuido significativamente en el departamento del Chocó. Por lo que se hace necesario avanzar en estudios que aporten a su manejo. El objetivo de esta investigación fue evaluar la germinación, el crecimiento inicial y la supervivencia de esta especie empleando semillas silvestres. En cada uno de los ambientes: libre exposición solar LS y bajo sombra BS, se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con arreglo factorial, conformado por 12 tratamientos y tres repeticiones de cuatro semillas cada una. Se emplearon dos combinaciones de sustratos orgánicos en presencia de un testigo (Arena aluvial). Para las variables germinación y altura no se detectaron diferencias estadísticas significativas; mientras que para diámetro si se presentaron diferencias. Los valores de germinación fueron mayores en LS (67,4%) que BS (65,3%), presentándose la misma tendencia para la supervivencia (SL= 82% y BS=81,2). Por lo contrario, para diámetro y altura el mejor comportamiento de las plántulas se presentó BS con valores de 0,38 cm y 17,94 cm respectivamente. Se recomienda germinar las semillas de *H. oblongifolia* a libre exposición solar y pasar las plántulas a sombra para su crecimiento inicial en vivero.

PALABRAS CLAVE

Algarrobo, Istmina-Chocó, pre-germinativos, propagación, sustratos orgánicos.

Germination and initial growth of *Hymenaea Oblongifolia* Huber in the municipality of Istmina, Chocó, Colombia

ABSTRACT

Selective logging of forests has caused the densities of *Hymenaea oblongifolia* Huber to be significantly reduced in the Choco department. Therefore it is necessary to advance in studies that contribute to their management. The objective of this research was to evaluate the germination, the initial growth and the survival of this species using unimproved botanical seeds. In each one of the environments:

Recibido: 10/01/2018 Aceptado: 05/05/2018

*Proyecto Aplicación de la Ciencia, Tecnología e Innovación para el Mejoramiento del Sector Maderero del Departamento del Chocó.

<http://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4760> Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) Publicado por Universidad Libre - Cali, Colombia.

Cómo citar este artículo: TORRES-TORRES, Jhon Jerley, MEDINA-ARROYO, Henry Hernan, MARTÍNEZ-GUARDIA, Melida. Germinación y crecimiento inicial de *Hymenaea oblongifolia* Huber en el municipio de Istmina, Chocó, Colombia. En: Entramado. Julio - Diciembre, 2018. vol. 14, no. 2, p. 230 - 242 <http://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4760>



free exposure solar LS and under shade BS, a completely randomized design was used, with factorial arrangement, formed by 12 treatments and three repetitions of four seeds each. Two combinations of organic substrates were used in the presence of a control (alluvial sand). For the variables germination and height no significant statistical differences were detected; While for diameter if differences were presented. The germination values were higher in LS (67.4%) than BS (65.3%), presenting the same trend for survival (SL = 82% and BS = 81,2). On the contrary, for diameter and height the best behavior of the seedlings was presented BS with values of 0.38 cm and 17.94 cm respectively. It is recommended to germinate the seeds of *H. Oblongifolia* to free solar exposure and pass the seedlings to shade for their initial growth in the nursery.

KEYWORDS

Carob, Istmina-Chocó, pre-germinative, propagation, organic substrates.

Germinação e crescimento inicial de *Hymenaea oblongifolia* Huber no município de Istmina, Chocó, Colômbia

R E S U M O

A derrubada seletiva das florestas tem causado que as densidades de *Hymenaea oblongifolia* Huber diminuam significativamente no departamento de Chocó. Para o que é necessário avançar em estudos que contribuam para a sua gestão. O objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação, o crescimento inicial e a sobrevivência desta espécie utilizando sementes silvestres. Em cada um dos ambientes: exposição solar livre LS e sob sombra BS, foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial, composto por 12 tratamentos e três repetições de quatro sementes cada. Duas combinações de substratos orgânicos foram utilizadas na presença de um controle (areia aluvial). Para as variáveis de germinação e altura, não foram detectadas diferenças estatísticas significativas; enquanto que para o diâmetro se houvesse diferenças. Os valores de germinação foram maiores no LS (67,4%) do que no BS (65,3%), com a mesma tendência de sobrevivência (SL = 82% e BS = 81,2). Por outro lado, para melhor diâmetro e altura, o melhor comportamento das plântulas foi apresentado BS com valores de 0,38 cm e 17,94 cm, respectivamente. Recomenda-se a germinar as sementes de *H. oblongifolia* para libertar a exposição solar e passar as mudas à sombra para o seu crescimento inicial no viveiro.

PALAVRAS-CHAVE

Algarrobo, Istmina-Chocó, pré-germinação, propagação, substratos orgânicos.

Introducción

Hymenaea oblongifolia Huber (Fabaceae) es una especie esciofita originaria de América del sur; se distribuye en Brasil, Ecuador, Colombia, Guyana, Perú; Suriname y Venezuela (Groom, 2012). En Colombia, se encuentra presente en bosques húmedos con suelos arcillosos, ubicados por debajo de los 1.200 msnm. Alcanza de 18 a 40 m de altura y hasta 70 cm de diámetro. Esta especie cumple importantes funciones en el ecosistema, entre las que sobresale la protección de los cursos de agua (ríos y quebradas), control de la erosión y la provisión de hábitat y alimento para la fauna silvestre. Su madera es moderadamente dura con 378,8% en los lados y 340,9% en los extremos, sin olor característico, de textura mediana a fina con buen acabado (Serna, Borja, Fuentes y Corona, 2011).

La pulpa que recubre las semillas de *H. oblongifolia* es un alimento muy nutritivo debido a su alta concentración de almidón y proteínas, es utilizado en la elaboración de bebidas y como concentrado para animales (Cogollo y García, 2012). De igual forma, la resina se emplea para curar infecciones fungosas; este mismo material es utilizado como incienso y barniz. La madera se emplea principalmente para construcciones pesadas, puentes, viviendas, barcos, traviesas para ferrocarril y para usos múltiples en ebanisterías. Estos atractivos junto con su fácil trabajabilidad, han motivado el aprovechamiento desmedido en bosques naturales como los del departamento del Chocó, afectando directamente su permanencia en estos ecosistemas (Martínez, Torres-Torres y Medina, 2015).

La serie de servicios que ofrece *H. oblongifolia* a las comunidades del Chocó biogeográfico, ha generado, un aumento

paulatino de su aprovechamiento, el cual es realizado sin criterios técnicos de conservación y sostenibilidad (Martínez, Torres-Torres y Medina, 2015). De acuerdo con cifras de la Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó CODECHOCÓ, entre los años 2010 y 2013 se aprovecharon aproximadamente 10.218 m³ de madera de esta especie (2.554,5 m³/ año), provenientes de siete municipios del departamento del Chocó: Atrato, Bojayá, Bajo Baudó, Cértegui, Istmina, Medio Baudó y Quibdó, los cuales fueron movilizados hacia destinos como Buenaventura, Medellín, Risaralda y Turbo (CODECHOCÓ, 2013). Estas cifras han hecho que los individuos de esta especie se hallan reducido significativamente en la región chocoana (Klínger, *et al.* 2011). A esta situación se suma el hecho de que a nivel local se han emprendido pocas alternativas que aporten a la sostenibilidad de esta especie en los ecosistemas forestales del departamento del Chocó; además, a nivel regional la información referente a su germinación, crecimiento y adaptación inicial a diferentes sustratos orgánicos y tratamientos pre-germinativos es limitada, lo que dificulta su manejo.

En coherencia con lo anterior, Klínger (2009) manifiesta, que esta situación de la especie *H. oblongifolia*, y en general las selvas del Chocó exige a las autoridades ambientales a ejercer control sobre las actividades que deterioran los ecosistemas boscosos y restringen su conservación y protección. Por lo tanto, es de vital importancia desarrollar estudios del comportamiento de esta especie en vivero que garanticen la obtención del material vegetal necesario para su posterior establecimiento en los bosques, como una alternativa de mitigar el daño causado y contribución en la restauración de la composición y estructura del bosque.

Por otro lado, aunque el uso de semillas silvestres (no mejoradas), representa una buena alternativa para los planes de reforestación, en la actualidad son escasos los registros del uso de este material. Por esta razón, Mosquera, Mediana y Martínez (2012), indican que es necesario adelantar investigaciones que aporten lineamientos técnicos y científicos para su adecuada germinación y crecimiento inicial, los cuales deben emprenderse utilizando los recursos regionales para abaratar costos de propagación.

En la búsqueda de alternativas para recuperar y conservar especies forestales amenazadas y de importancia socio-ecológica, se ha planteado el uso de sustratos orgánicos como arena aluvial, tierra de bosque, tierra de hormiga, hojarasca y cascarilla de arroz (Torres-Torres, Medina, Pinilla, Córdoba y Martínez, 2017; Pinilla, *et al.* 2016; Mosquera, *et al.* 2012; Negreros, Apodaca y Carl, 2010). Del mismo modo, se recomienda utilizar la escarificación mecánica y la inmersión de las semillas en agua a diferentes temperaturas y periodos

de tiempo como tratamientos pre-germinativos (Torres-Torres, Medina y Martínez, 2018; Salas, *et al.* 2014).

Por consiguiente, el propósito de esta investigación fue evaluar el efecto de cuatro tratamientos pre-germinativos y sustratos orgánicos en la germinación y el crecimiento inicial de *H. oblongifolia* utilizando semillas silvestres. Esto se realizó bajo dos condiciones ambientales (libre exposición solar y bajo malla sombra), buscando obtener el mayor número de información que contribuya a las estrategias de propagación de esta especie.

I. Marco teórico

I.1. Características botánicas de *H. oblongifolia*

Es un árbol que alcanza hasta 40 m de altura. Posee un tronco cilíndrico y base recta, tiene la corteza externa lisa a levemente fisurada, de color grisáceo, fuertemente lenticelada. La corteza interna es rojiza, fibrosa, laminada, de tiras cortas, exudado acuoso. Su copa es aparasolada, de follaje denso y ramificación alterna (Salas, *et al.* 2014; Groom, 2012).

La madera seca tiene una albura de color beige a marrón pálido con transición abrupta a duramen de color rojo amarillento. Es dura y pesada, con densidad básica alta de 0,78 g/cm³. Poros visibles a simple vista, medianos y muy pocos; la mayoría solitarios, algunos múltiples con contenido gomoso rojizo, radios visibles y grano recto (Gómez, Toro y Piedrahita, 2013).

Las hojas son alternas, compuestas, con sólo dos folíolos estrechamente oblongos, de ápice agudo, brillante por encima y opaco por debajo, con puntos translúcidos. Las flores son blancas, pequeñas y agrupadas en racimos o panículas que se encuentran en las partes sub-terminales o axilares de las ramas (Salas, *et al.* 2014; Gómez, *et al.* 2013).

I.2. Característica de la semilla

El fruto es una legumbre ovoide, indehiscente, leñosa, de color café oscuro con numerosas lenticelas pequeñas blancas. Mide entre 1,8 y 2,5 cm de ancho, 2,5 a 3,5 cm de largo y de 1,7 a 2,3 cm de grosor; contiene generalmente de 1 a 2 semillas, excepcionalmente 3, las cuales son aplanadas, ovoides, miden 20 de 1,5 a 2,4 cm de ancho, de 1,7 a 2,7 cm de longitud y de 1 a 1,3 cm de grosor; tienen la cubierta seminal dura, de color marrón oscuro, están rodeadas por una pulpa harinosa, seca, de color amarillo pálido, la cual es comestible y altamente nutritiva y medicinal. Un kilogramo contiene entre 324 y 400 semillas (Groom, 2012).

1.3. Ecología

Es un árbol de la familia Fabaceae, que crece en el bosque húmedo tropical, en paisaje fisiográfico de terrazas, hasta los 1.200 m. Es una especie esciofita, de muy lento crecimiento, crece en suelos arcillosos. En ese sentido, Gómez, *et al.* (2013) sugieren que a las plántulas se le debe suministrar sombra parcial mientras permanecen en vivero.

1.4. Floración y fructificación

El algarrobo tiene un período de floración muy definido entre los meses de septiembre y octubre, coincidiendo con la época de mayor precipitación. No todos los árboles florecen el mismo año (Vasconceles, Costa, Ribeiro, Lira-Guedes, y Guedes, 2013).

Los frutos verdes se observan desde el mes de octubre completando su desarrollo y maduración entre marzo y abril (final de la temporada seca), esto es, de 6 a 7 meses después de la floración (Gómez, *et al.* 2013).

1.5. Reproducción en vivero

Selección, procedencia y marcación de los árboles semilleros

Un árbol semillero es aquel árbol seleccionado para cosechar semillas con fines de propagación de plantas. A menudo, se piensa que cualquier árbol que abastezca de semillas puede ser considerado como semillero, sin embargo, éste debe cumplir ciertas características que hacen que se le denomine Árbol Plus. Estas características son: Individuos altos, tronco lo más recto posible, libre de bifurcaciones en la base, estado fitosanitario bueno, estos caracteres son elegidos debido a su alta heredabilidad (Vallejos, Badilla, Picado y Murillo, 2010; Vasconceles, *et al.* 2013).

Es importante llevar a cabo un proceso de selección y manejo de árboles semilleros porque: permite tener una fuente permanente de producción de semillas con un origen conocido. Se garantiza en gran medida que las buenas características de los progenitores seleccionados sean transmitidas a sus descendientes. Representa una alternativa económica de producir semilla de mejor calidad a muy corto plazo, para comercialización y/o establecimiento de plantaciones forestales (Espitia, Murillo y Castillo, 2010).

Escogidos los árboles se procede a marcarlos, con una banda de 10 cm. alrededor del tallo, con pintura roja o amarilla. Se les debe colocar un número que quede registrado en un formulario (Vallejos, *et al.* 2010).

Recolección de frutos, extracción y manejo de la semilla

Los frutos pueden colectarse directamente del suelo, preferiblemente recién caídos. La cosecha debe llevarse a cabo durante los meses de marzo y abril, período en el cual se presenta el mayor porcentaje de maduración y desprendimiento de frutos. Para extraer las semillas se requiere quebrar el fruto con la ayuda de un martillo o una piedra. Para remover la pulpa harinosa se mezclan las semillas con arena húmeda y se maceran, otra forma que resulta efectiva pero más dispendiosa es raspar cada semilla con un cuchillo, este último método permite rescatar la pulpa para su posterior utilización; luego para eliminar los restos del arilo se lavan con agua corriente (Gómez, *et al.* 2013).

Almacenamiento, conservación y germinación de las semillas

Una vez que la semilla está limpia, como probablemente no sea la época de siembra, suele almacenarse hasta el momento oportuno. El principal objetivo del almacenamiento es mantener las semillas viables desde su cosecha hasta el momento de la próxima siembra, para lograr una satisfactoria germinación (Salas, *et al.* 2014).

Aunque las semillas por su testa dura, aparentemente podrían necesitar tratamiento pre-germinativo, no lo requieren. Semillas puestas a germinar en arena, a plena exposición y sin ningún tratamiento, alcanzaron una potencia germinativa promedia del 50%, la germinación inició dos semanas después de la siembra y finalizó 13 días más tarde; mientras semillas que fueron sometidas a escarificación con papel de lija y posteriormente se hidrataron durante 5 días, sólo alcanzaron una potencia germinativa del 29%, iniciando 13 días después de la siembra y completándose diez días más tarde (Gómez, *et al.* 2013).

La germinación del algarrobo es epigea y se presenta entre 13 y 15 días después de la siembra. Su capacidad germinativa en condiciones favorables varía entre 36 y 60%. Para este proceso se debe utilizar arena o tierra mezclada con arena en proporción 2:1. En los dos primeros meses las plántulas muestran un rápido crecimiento; una semana después de la aparición de la radícula los cotiledones entreabiertos dejan ver el primer par de hojas. Se recomienda hacer el traslado de las plántulas a bolsa antes que las primeras hojas completen su desarrollo, donde permanecerán hasta que alcancen de 30 a 35 cm de altura (Gómez, *et al.* 2013).

1.6. Propagación sexual

Esta especie se propaga por semilla (250 por kilo) que se pueden conservar por varios meses. Requieren un tratamiento para germinar: pueden lijarse hasta que pierdan el brillo o colocarse en remojo durante 16 días en agua fría. Se siembran en bolsas grandes o directamente en el sitio; germinan en 3-4 semanas. El crecimiento inicial es rápido, pero luego de los dos meses se torna lento. Para que crezca derecho debe plantarse en la sombra durante los primeros años o en plantación densa para posterior entresaque (Vasconcelos, *et al.* 2013; Perea, 2003).

H. oblongifolia es de crecimiento relativamente lento, alrededor de 0,50-1,20 metros al año; 8 metros a los 5 años. Empieza a producir frutos a los 8-12 años. Un árbol adulto puede producir alrededor de 1000 frutos, lo que representa 10-12 kilos de pulpa comestible. Los frutos se recogen cuando caen al suelo y pueden conservarse por mucho tiempo (Perea, 2003).

2. Antecedentes

Para el año 2006 *H. oblongifolia* fue incluida en el libro rojo de plantas de Colombia, al tiempo de que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza IUCN (por sus siglas en inglés), la registró en la categoría Casi Amenazada (NT) (Cárdenas y Salinas, 2006), lo que despertó el interés de algunos investigadores por conocer aspecto de la especie como su comportamiento germinativo, crecimiento inicial y supervivencia en vivero y bosques naturales, todo con la finalidad de contribuir elementos que conlleven a la restauración de ecosistemas con afectaciones antrópicas.

Dentro de las investigaciones sobresale la realizada por Fachín (2002), quien luego de someter a remojo por 10 segundos en agua hervida y 24 horas en agua corriente las semillas de *H. oblongifolia* obtuvo porcentajes de germinación de 30 y 45%, respectivamente, por lo que sugirió adelantar nuevos estudios que incluyan más variables. De manera similar, Perea (2003) obtuvo un porcentaje de germinación de 36%, empleando remojo de las semillas durante 24 horas en agua fría como pre-germinativo. Estas plantas a su vez experimentaron el mayor crecimiento en altura. Por otra parte, Vasconcelos, *et al.* (2013), empleando como tratamiento rompimiento de la testa de las semillas y como medio de germinación arena y vermiculita obtuvo un porcentaje de germinación de 63,3%, por lo que sugirió nuevos estudios en los que se empleen más pre-germinativos. Tomando esta idea, Salas, *et al.* (2014) evaluaron el efecto de la inmersión total de las semillas de *H. oblongifolia* en cuatro tratamientos (T1-maíz morado, T2-té verde, T3-peróxido de hidro-

geno, T4-café al 3% durante 12 horas, obteniendo mejores resultados empleando T4 (Germinación de 95%, número de foliolos 6, crecimiento en altura 25,37 cm y longitud de raíz 22,73 cm). Por su parte, Vargas (2015), obtuvo un 51% de germinación y 15 cm de crecimiento en altura de las plántulas utilizando sustrato orgánico (60% de tierra negra + 20% de arena + 20% de gallinaza), por lo que sugiere emplear tratamientos pre-germinativos para mejorar estas cifras.

En cuanto a su estado en los bosques Zambrano (2015) registró 759 ind/ha en la categoría brinzal, 583 ind/ha en la categoría latizal en claros y al interior del bosque de la parcela de corta anual de la comunidad nativa Esperanza, río Putumayo, Perú, sugiriendo que el algarrobo goza de buena representatividad en los bosques secundarios del Putumayo peruano. Por su parte, Guerra, Pacheco y Wiener (2016) evaluaron el crecimiento y sobrevivencia de los plantones de *H. oblongifolia* trasplantados en tres hábitats (bosque maduro, plantación y purma) bajo dos métodos de trasplante (a raíz desnuda y con pan de tierra). La sobrevivencia de los plantones fue de 78,94%. En cuanto al crecimiento en altura y diámetro, se obtuvo mayores tasas trasplantando la especie en hábitats de purma y plantación, los cuales presentan condiciones más favorables que en el hábitat de bosque maduro. De igual forma, Palacios, Perea, Bellido, Caicedo y Abadia (2017) reportan densidades de 19,8 ind/ha de la especie *H. oblongifolia* para el departamento del Chocó-Colombia. Además, sugieren que la mayoría de los individuos se ubicaron en la clase diamétrica de 30,1-40 y para la clase de altura se encontró una forma de J invertida asegurando la sostenibilidad de la especie.

Los estudios anteriores sin duda alguna han aportado en el mejoramiento del manejo de la especie en los ecosistemas en los que se encuentra, por lo que después de varias revisiones la IUCN (2018) categoriza a *H. oblongifolia* en estado de preocupación menor. Sin embargo, en el departamento del Chocó permanece la preocupación porque la especie sigue siendo ampliamente aprovechada por los pobladores locales con fines comerciales y sin ningún criterio de conservación, a lo que se suma que las estrategias emprendidas para revertir esta situación son escasas. Todo esto crea la necesidad de avanzar en investigaciones que aporten al conocimiento de la especie en estudio.

3. Metodología

Área de estudio

El presente trabajo se realizó en la Granja Escuela Agroecológica de la Institución Educativa Agropecuaria Gustavo Posada, ubicada en el municipio de Istmina a 5°07'54.3" N

y 76°41'02.5" O (Figura 1). De acuerdo con el sistema de Holdrige, corresponde a las zonas de vida de bosque muy húmedo tropical (bmh-T) y bosque pluvial tropical (bp-T). El sitio de estudio se encuentra a una altitud de 76 m.s.n.m.; posee una temperatura promedio de 26°C, una precipitación media anual superior a los 8.000 mm. y una humedad relativa superior al 88% (POT – municipio de Istmina, 2012).

Diseño experimental

El estudio se realizó bajo un diseño completamente aleatorizado (Torres-Torres, *et al.* 2017, Pinilla, *et al.* 2016), compuesto por 12 tratamientos y tres repeticiones, que resultaron de la combinación de tres tratamientos pre-germinativos y cinco sustratos orgánicos (Tabla 1).

La evaluación de los tratamientos se realizó bajo dos condiciones de luminosidad: libre exposición solar (LS) y bajo sombra (BS). Para esto se construyó un vivero de 10 x 16 m, de los cuales la mitad se cubrió con malla polisombra de 80% de opacidad y la otra parte con plástico transparente. Dentro de esta instalación se adecuaron dos camas de germinación, con dimensiones de 1 m de ancho por 10 m de largo y 0,20 m de profundidad.

Material vegetal y sustratos

Se utilizaron semillas provenientes de los bosques del municipio del Medio Baudó en el departamento del Chocó. Las semillas fueron colectadas dos días después de haber caído al suelo, procedentes de dos árboles que tenían las siguien-

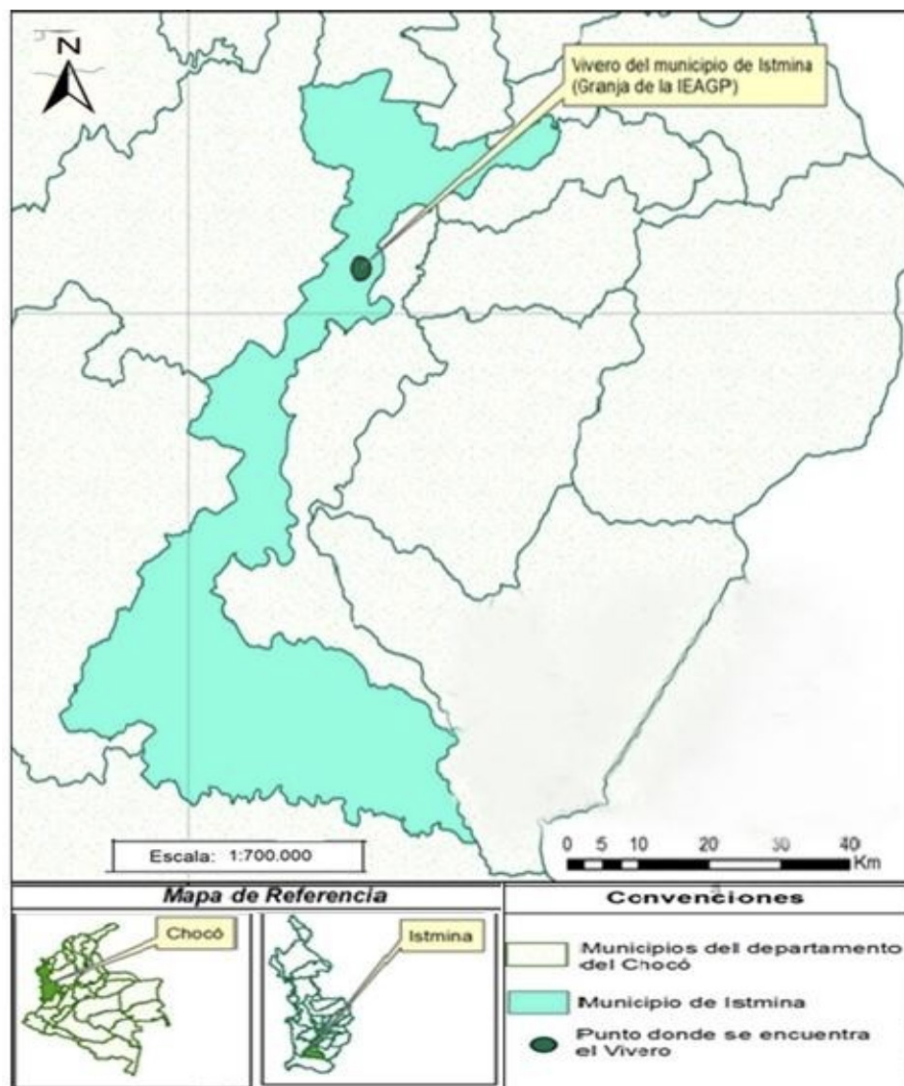


Figura 1. Localización del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia

tes características: árbol 1 DAP = 100 cm, altura de ramificación 18 metros y total 30 metros; árbol 2 con DAP = 80 cm, altura de ramificación de 13 metros y total de 20 metros. En general, los individuos arbóreos presentaron buena apariencia física, con fuste recto y sin señales de ataques de patógenos. Las semillas colectadas fueron sometidas a tres tratamientos pre-germinativos frente a un testigo (Tabla 1).

Los sustratos orgánicos presentados en la tabla 1 fueron extraídos del área de estudio con colaboración de la comunidad. Para su desinfección se mezclaron 10 ml de formol y 10 ml de cipermetrina por cada 20 litros de agua (Pinilla, *et al.* 2016).

Tabla 1.

Sustratos, pre-germinativos y tratamientos empleados en la propagación de *H. oblongifolia*

Factor 1. Sustratos orgánicos	Factor 2. Tratamientos pre-germinativos	Combinaciones (tratamientos)*		
Nivel A: (Testigo): arena aluvial	Nivel D: (Testigo) sin pre-germinativo	1 (AD)	5 (BD)	9 (CD)
Nivel B: Arena de río + tierra negra 2:1	Nivel E: Inmersión en agua a temperatura ambiente de las semillas por 12 horas	2 (AE)	6 (BE)	10 (CE)
Nivel C: Arena aluvial + tierra hormiga y hojarasca 2:1:1	Nivel F: Inmersión en agua a temperatura ambiente de las semillas por 24 horas	3 (AF)	7 (BF)	11 (CF)
	Nivel G: Escarificación con lija	4 (AG)	8 (BG)	12 (CG)

*Se establecieron bajo sombra (BS) y a libre exposición solar (LS)

Fuente: Elaboración propia

porcentaje de germinación (PG) y porcentaje de supervivencia (% SV). Una vez las plántulas alcanzaron 6 cm de altura fueron trasplantadas a bolsas de polietileno, utilizando el mismo sustrato en el que germinaron las semillas. Posteriormente, se evaluó el crecimiento en diámetro y altura de la especie. La medición de esta variable se realizó cada 15 días por dos meses. Para estimar los parámetros antes descritos se utilizaron las siguientes fórmulas:

Porcentaje de germinación

$$PG = \frac{Sg}{Ss} * 100$$

Dónde:

PG= Porcentaje de germinación (%)

Sg= semillas germinadas

Ss= semillas sembradas.

Siembra de las semillas de *H. oblongifolia* y cuidados culturales.

Se sembraron 12 semillas por tratamiento (distribuidas en tres repeticiones), 144 por condición lumínica y 288 para todo el experimento. Se empleó una profundidad de siembra de 2 cm y un distanciamiento de 10 cm entre semillas (CORANTIOQUIA, 2007). Este material fue regado dos veces al día y desyerbado quincenalmente.

Variables evaluadas

Se tuvieron en cuenta los parámetros evacuados por Rivera, Peñuela, Jiménez y Vargas (2013), entre los que sobresalen:

Supervivencia

$$SV = \frac{\text{Número de plantas vivas}}{\text{Número total de plantas transplantadas a bolsas}} * 100$$

Análisis estadístico

Los datos de germinación, altura y diámetro de *H. oblongifolia*, fueron analizados en el software InfoStat versión libre 2015. Se realizó una ANOVA y prueba de comparación de medias mínimas de Tukey (Tukey, $p < 0,05$).

4. Resultados y discusión

Análisis estadístico

Los resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey ($p < 0,05$) señalan que para las variables germinación y altura de las plántulas no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y condición lumínica. Por su parte, para la variable diámetro se detectaron diferencias estadísticas

significativas entre las condiciones lumínicas, mas no entre tratamientos. Resultados similares ha sido reportado para el crecimiento en altura de las plántulas de *H. oblongifolia* en bosques naturales de Lotero, Perú (Guerra, et al. 2015). Estos resultados evidencian que bajo las condiciones de estudio la germinación, altura y supervivencia de las plántulas de *H. oblongifolia* no se ven afectadas por la intensidad de luminosidad; por lo contrario, mientras que el diámetro sí.

Germinación

H. oblongifolia, presentó germinación epigea (Figura 2). La germinación empezó diez días después de la siembra y se extendió hasta el día 30. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Salas, et al. (2014). Sin embargo, difiere de lo reportado por CORANTIOQUIA (2007), quienes afirman que, la germinación inicia a los 15 días después de la siem-

bra. Al respecto, Varela y Arana (2011), añaden que, la latencia es una adaptación que contribuye a la supervivencia del individuo, ya que restringe la germinación cuando los factores ambientales son desfavorables para el desarrollo de la plántula.

En la Tabla 2 se observa que la media general de germinación entre condiciones lumínicas, osciló entre 67,4% ($P= 0,02174$), para LS y 65,3% ($P= 0,0211$), para BS, con una media general para todo el estudio de 66,4%, sin existir diferencias estadísticas entre condiciones lumínicas ($p<0,05$). Estos resultados sugieren que las semillas de *H. oblongifolia* germinaron de manera similar en cada ambiente estudiado. Estos resultados se encuentran entre el rango de germinación sugerido por Vargas (2015); Salas, et al. (2014); Vasconcelos, Costa, Ribeiro, Lira-Guedes, y Guedes, (2013) y CORANTIOQUIA (2007) para la especie empleando semillas silvestres (57 y 68%).



Figura 2. Germinación de *H. oblongifolia*. (A) Inicio de la germinación. (B) Emergencia de los cotiledones del suelo por el crecimiento del hipocótilo. (C) Aparición de la primera hoja. (D) Caída parcial de la cubierta seminal o tegumento y crecimiento de la hoja. (E) Apertura de la hoja. (F) Plántula en proceso de crecimiento.

Fuente: Elaboración propia

Los tratamientos pre germinativos empleados en este estudio, no presentaron diferencias significativas, en cuanto al número de semillas germinadas ($p < 0,05$). Al respecto, Vargas (2015) sugiere que las semillas de *H. oblongifolia* no requieren tratamientos previos que estimulen la germinación. Sin embargo, Salas, *et al.* (2014) afirman que la inmersión de las semillas de *H. oblongifolia* en las sustancias acuosas de maíz morado, café, té verde y agua oxigenada induce a la germinación de las semillas de esta especie. Aparicio, Cruz y Alba

(1999), por su parte, mencionan que son las características físicas, químicas y biológicas de los sustratos los que garantizan la germinación de las semillas y el correcto desarrollo de la plántula.

Al evaluar los tratamientos pre-germinativos con los sustratos orgánicos bajo las dos condiciones lumínicas, se evidencia un efecto positivo en la variable germinación. En la condición LS, sobresalen los tratamientos AE y BF con

Tabla 2.

Germinación y supervivencia de *H. oblongifolia* por tratamiento

Tratamientos	Germinación(%)			Supervivencia(%)		
	LS	BS	S	LS	BS	S
1 (AD)	58,3 a	66,7 a	4,6	85,7	87,5	2,5
2 (AE)	83,3 a	66,7 a	6,4	90	87,5	2,5
3 (AF)	66,7 a	75 a	5,1	75	88,9	2,8
4 (AG)	66,7 a	66,7 a	4,3	75	87,5	2,5
5 (BD)	66,7 a	50 a	5,2	87,5	66,7	2,2
6 (BE)	58,3 a	75 a	3,4	71,4	88,9	2,5
7 (BF)	75 a	58,3 a	5,1	88,9	85,7	2,5
8 (BG)	75 a	58,3 a	6,2	88,9	57,1	2,1
9 (CD)	58,3 a	66,7 a	4,6	71,4	87,5	2,4
10 (CE)	66,7 a	58,3 a	6,3	87,5	85,7	2,3
11 (CF)	66,7 a	66,7 a	5,6	87,5	62,5	2,2
12 (CG)	66,7 a	75 a	4,4	75	88,9	2,1
Medias	67,4	65,3		82	81,2	

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente, según la prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0,05$). LS: libre exposición solar; BS: Bajo sombra; S: Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia

valores de germinación de 83,3% ($P = 0,0390$) y 75% ($P = 0,0351$) respectivamente. Bajo sombra los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos AF y BE ambos con 75% (0,0351) de germinación (Tabla 2). Estos resultados validan lo expresado por Farfán (2012) y CORANTIOQUIA (2007), quienes manifiestan que las semillas de *H. oblongifolia*, se comportan adecuadamente en sustrato a base de arena o arena mezclada con tierra de bosque en proporción 2:1. Por lo anterior, sustenta que la especie no necesita sustratos ricos en nutrientes y en su efecto, es más demandante de suelos arenosos o con buen drenaje para el proceso de germinación. Además, Pérez (2003); Garzón, Montenegro y López (2005); Suarez y Melgarejo (2010) sustentan que la humedad, la temperatura, el oxígeno y la iluminación son los factores externos que inciden en la germinación de las semillas de especies forestales.

Diámetro

Se registraron valores promedios de incremento en diámetro de 0,34 ($P = 0,00034$) y 0,38 cm ($P = 0,00038$) para las condiciones lumínicas LS y BS respectivamente, siendo estas estadísticamente diferentes ($p < 0,05$).

En la condición lumínica BS el mayor valor en diámetros se obtuvo en el tratamiento BE con 0,38 cm ($P = 0,1113$) y una diferencia del 13,2% con el de menor registro de esta condición (CG, $P = 0,0967$). Por su parte, a LS el mayor diámetro se experimentó en el tratamiento CE con 0,38 cm ($P = 0,1113$) y el de menor fue obtenido en BF con 0,29 cm ($P = 0,0849$). La defenecia entre estos dos tratamientos fue del 23,7% (Figura 3). Estos resultados sugieren que las plántulas de *H. oblongifolia* crecen en diámetro de manera

similar en los tratamientos empleados, mas no en las condiciones lumínicas evaluadas (Tukey, $p < 0,05$). Al respecto, Farfán (2012); sugiere que el crecimiento en diámetro de esta especie se ve influenciado por la mínima cantidad de luz que reciben en sus primeros estadios de vida, siempre y cuando se utilice sustrato orgánicos combinado con arena aluvial, este último componente esencial para el drenaje, lo cual simula las condiciones naturales requeridas para esta especie (CORANTIOQUIA, 2010; 2007).

Altura

Las plántulas de *H. oblongifolia* experimentaron valores promedios de 17,94 ($P = 0,0185$) y 16,46 cm ($P = 0,0170$)

BS y a LS respectivamente. Estos resultados sugieren que la altura de las plántulas es similar para las dos condiciones lumínicas ($p < 0,05$); no obstante, se observa que las plántulas ubicadas BS crecieron un 8,2% más que las de LS. Ello se explica por el mejor control de las condiciones ambientales para el crecimiento en altura de las plántulas (Espitia, Cardona y Araméndiz, 2016) (Ver Figura 4).

No se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos empleados ($p < 0,05$); no obstante, se obtuvo que BS las plántulas de AD tuvieron un 28,6% más de altura que BF. Por su parte, en LS las plantas del tratamiento CG experimentaron un 29,2% más de altura que AD. Estos resultados difieren de los reportados por Salas, *et al.* (2014)

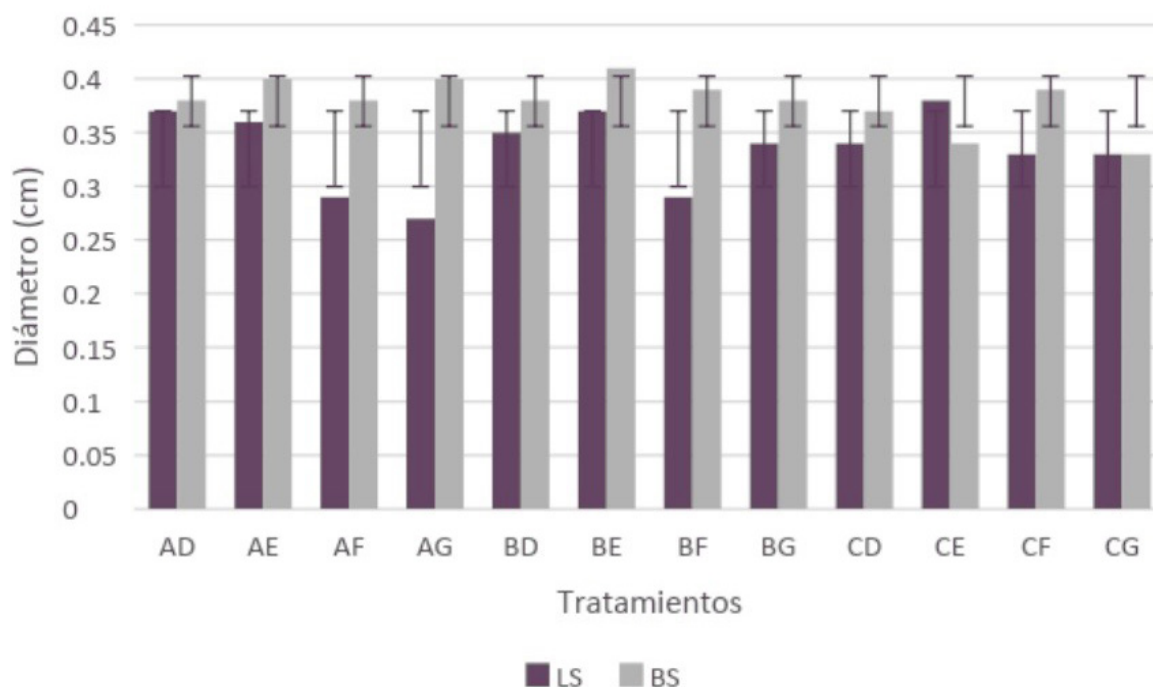


Figura 3. Diámetro de las plántulas de *H. oblongifolia* por condición lumínica

Fuente: Elaboración propia

quienes registran valores de 27,5, 26,2 y 25,8 cm en las sustancias acuosas té verde, agua (testigo) y maíz morado, sobre arena aluvial. De igual forma, validan lo expresado por CORANTIOQUIA (2007) y Farfán (2012), quienes manifiestan que esta especie es demandante de suelos arenosos.

Supervivencia

Los resultados arrojaron valores promedios de 82,0 y 81,2% de supervivencia para las condiciones LS y BS respectivamente, siendo estos resultados superiores a al promedio sugerido por Guerra, *et al.* (2015), quienes obtuvieron 78,94%.

En la condición lumínica LS los tratamientos con mejores porcentajes de supervivencia fueron AE, BF y BG, con 90,0, 88,9 y 88,9% respectivamente. Mientras que en la condición lumínica BS los tratamientos con mejores registros fueron AF, BE y CG, los tres con 88,9% de supervivencia (Tabla 2), estos resultados se convierten en una avance importante en el manejo de la especie *H. oblongifolia* en vivero, sin embargo, Román, *et al.* (2012), manifiestan que la supervivencia de especies forestales, se da mejor en, lugares naturales de cada especies, es decir, que para la supervivencia de estas plántulas se debe simular, lo más que se pueda en los viveros las condiciones de los bosques naturales.

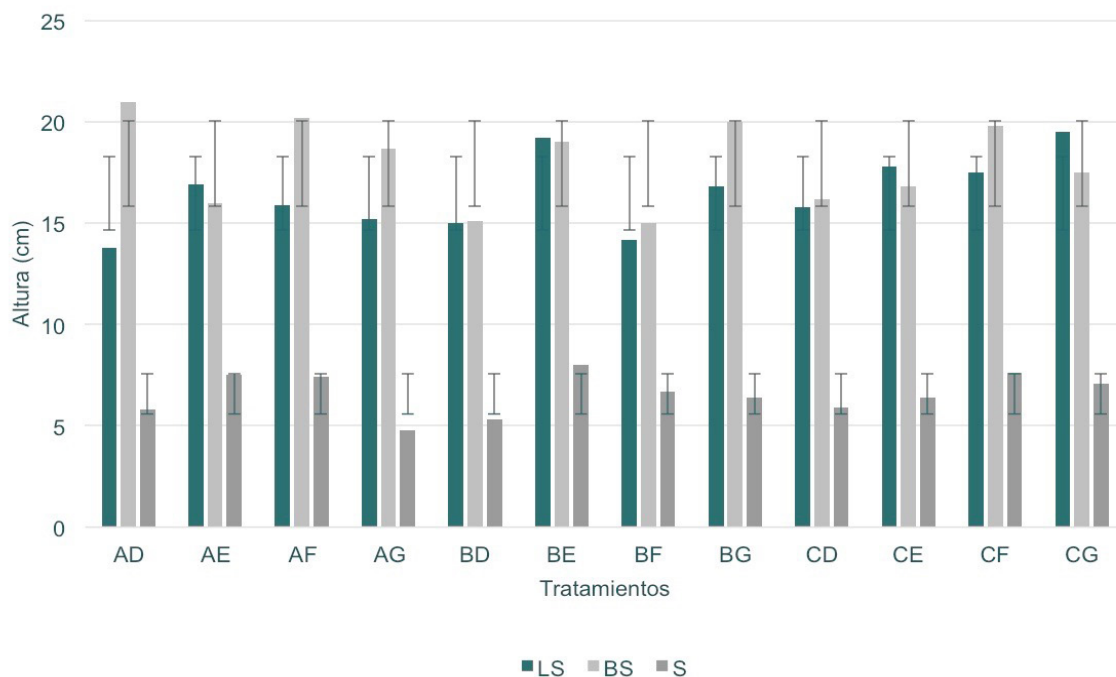


Figura 4. Altura de las plántulas de *H. oblongifolia* por condición lumínica.

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

Las condiciones lumínicas estudiadas no influyen de forma directa en la germinación y altura de *H. oblongifolia*, sin embargo, sí cumplen un papel determinante en el crecimiento en diámetro de esta especie, donde se evidencian mejores comportamientos en las plántulas ubicadas bajo sombra.

Las semillas de *H. oblongifolia*, no requieren de tratamientos pre-germinativos para su germinación.

Las combinaciones de sustratos orgánicos utilizados en esta investigación estimulan el crecimiento en diámetro de la especie *H. oblongifolia*, siempre y cuando las plántulas se localicen bajo sombra. Del mismo modo, estos sustratos en ambas condiciones lumínicas muestran una alta eficiencia para la supervivencia de las plántulas de la especie en estudio.

Agradecimientos

El presente trabajo se realizó en el marco del proyecto Aplicación de la Ciencia Tecnología e Innovación para el mejoramiento del sector maderero en el departamento del Chocó, financiado con recursos del Sistema General de Regalías – SGR y Ejecutado por la Universidad Tecnológica del Chocó (UTCH). Dentro de esta institución, el grupo de investigación en Ciencia Animal y Recursos Agroforestales

se encargó de la propagación en vivero de las especies de importancia Socioeconómicas y con algún grado de amenaza. Finalmente, los autores agradecen a Deyber Lozano Moreno, Yusbleidy Bedoya Castro, Tobías Asprilla Murillo, Cristian Estiven Aguilar y los docentes y estudiantes de la Institución Educativa Agropecuaria Gustavo Posada de Istmina, quienes apoyaron las actividades de campo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. APARICIO RENTERÍA, Armando; CRUZ JIMENEZ, Héctor y ALBA LANDA, Juan. Efecto de seis sustratos sobre la germinación de *Pinus patula* Sch. et Cham., *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus pseudostrobus* Lindl. en condiciones de vivero. En: Foresta Veracruzana. Julio-diciembre, 1999. vol. 1, no. 2, p. 31-34. <http://www.redalyc.org/pdf/497/49710206.pdf>
2. CÁRDENAS, Dairon y SALINAS, Nelson. Libro Rojo de plantas de Colombia: Especies maderables amenazadas parte 1. Bogotá D. C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, 2006. 232 p. https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/LR_MADERABLES.pdf

3. CODECHOCÓ (Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó). Base de datos de volúmenes de madera movilizadas en el departamento del Chocó 2009 – 2013. Quibdó, Colombia, 2013.
4. COGOLLO-CALDERÓN, Angélica y GARCÍA-COSSIO, Fabio. Caracterización etnobotánica de los productos forestales no maderables (PFNM) en el corregimiento de Doña Josefa, Chocó, Colombia. En: Biodiversidad Neotropical. Julio-diciembre, 2012. vol. 2, no. 2, p. 102-120. Disponible en <http://revistas.utch.edu.co/ojs5/index.php/Bioneotropical/article/view/70>
5. CORANTIOQUIA (Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia). Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA: un paso hacia su conservación. Volumen I. Medellín, Antioquia, 2010. 228 p. http://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/Lists/Administrar%20Contenidos/EditForm/fenologiaII_Oct28.pdf
6. CORANTIOQUIA (Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia). Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque húmedo tropical. Medellín Colombia: Boletín técnico biodiversidad N° 2, 2007. 23 p. http://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/Lists/Administrar%20Contenidos/EditForm/boletin_semillas_bosque_andino.pdf
7. ESPITIA, Miguel; CARDONA, Carlos y ARAMÉNDIZ, Hermes. Prueba de germinación de semillas de forestales nativos de Córdoba, Colombia, en laboratorio y cas-malla. En: Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgaciones Científicas. Julio-diciembre, 2016. vol. 19, no. 2, p. 81-93.
8. ESPITIA, Miguel; MURILLO, Olman y CASTILLO, Carlos. Ganancia genética esperada en teca (*Tectona grandis* L.f.) en Córdoba (Colombia). En: Colombia Forestal. Enero-junio, 2011. vol. 14, no. 1, p. 81-93. <https://doi.org/10.14483/issn.2256-201X>
9. FACHÍN, Julio. Germinación de semillas de *hymenaea oblongifolia* Huber (azúcar huayo) con aplicación de diferentes tratamientos en la carretera Iquitos-nauta. Tesis de grado Ingeniero forestal. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales, 2002. 82 p.
10. FARFÁN, Fernando. 2012. Árboles con potencial para ser incorporados en sistemas agroforestales con café. Manizales, Caldas: Federación Nacional de Cafeteros-Cenicafé, 87 p.
11. GARZÓN MARÍN, Graciela; MONTENEGRO RIVEROS, Eliana y LÓPEZ BOTÍA, Favio. Uso de aserrín y acículas como sustrato de germinación y crecimiento de *Quercus humboldtii* (Roble). En: Colombia Forestal. Noviembre, 2005. vol. 9, no. 18, p. 98-108. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2005.1.a08>
12. GÓMEZ RESTREPO, Martha; TORO MURILLO, Juan y PIEDRAHITA CARDONA, Edgar. Propagación y conservación de especies arbóreas nativas. Medellín, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia-Corantioquia, 2013. 364 p.
13. GROOM, A. 2012. *Hymenaea oblongifolia*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T19892326A20080155.en>
14. GUERRA Paula; PACHECO Tedi y WIENER Eric. Sobrevivencia y crecimiento de plantones de *Hymenaea oblongifolia* Huber (azúcar huayo) bajo dos métodos de trasplante en tres tipos de hábitats, en el Ciefor Puerto Almendra, Loreto, Perú. En: Conocimiento Amazónico. Enero-junio, 2016. vol. 7, no.1, p. 41-51. <http://revistas.unapikitos.edu.pe/index.php/Conocimientoamazonico/article/view/163/294>
15. IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/>
16. KLÍNGER BRAHAN, William; ROA, Roberth; IBARGÜEN MORENO, Tania; RENGIFO, Oscar; BARCOS, MORENO Rafael; MOSQUERA GUACHETA, Henry y PEREA MORENO, José Armando. Estado de las especies forestales amenazadas. pp 92-117. En: KLÍNGER BRAHAN, William; RAMÍREZ MORENO, Geovanny y GUERRA GUTIÉRREZ, Jairo Miguel. (eds.). Aportes al conocimiento de los ecosistemas estratégicos y las especies de interés especial del Chocó Biogeográfico parte I. Santiago de Cali, Colombia: Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), 2011. 158 p.
17. KLÍNGER BRAHAN, William. Estado de conservación de las especies forestales amenazadas, Abarco "Cariniana pyriformis", Jigua negro "Ocotea cernua", Guayaquil "Centrolobium paraense", Guayacán amarillo "Tabebuia caryantha" y Pino amarillo "Podocarpus sp." en los municipios choconos de Riosucio, Carmen del Darién, Istmina, Río Quito y Juradó. En: Bioetnia. Enero-junio, 2009. vol. 6, no. 1, p. 4-17. <https://iiap.org.co/documents/d22b9265fa109a4bf7d5d19ece0f38c5.pdf>
18. MARTÍNEZ GUARDIA, Melida; TORRES-TORRES, Jhon Jerley y MEDINA ARROYO, Henry Hernan. Aprovechamiento forestal maderable en cuatro municipios del departamento de Chocó, Colombia. En: Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Julio-diciembre, 2015. vol. 6, no. 2, p. 57-73. <https://doi.org/10.22490/21456453.1405>
19. MOSQUERA PEREA, Disa Enith; MEDINA ARROYO, Henry Hernan y MARTÍNEZ, GUARDIA, Melida. Germinación y crecimiento inicial en Abarco Cariniana pyriformis: una alternativa para su conservación. En: Biodiversidad Neotropical. Enero-junio, 2011. vol. 2, no. 1, p. 53-59. <http://dx.doi.org/10.18636/bioneotropical.v2i1.54>
20. NEGREROS, Patricia; APODACA, Maribel y CARL, Mize. Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. En: Madera y Bosques. Enero, 2010. vol. 16, no. 2, p. 7-18. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712010000200001
21. PALACIOS-TELLO, Luz Yorleyda; PEREA PANDALES, Keiler; BELLIDO, Danilza Marcela; CAICEDO MORENO, Haylin Yineth y ABADIA BONILLA, Devis. Estructura poblacional de ocho especies maderables amenazadas en el departamento del Chocó-Colombia. En: Cuadernos de Investigación. Junio, 2017. vol. 9, no. 1, p. 107-114. <http://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v9n1/1659-4266-cinn-9-01-00107.pdf>
22. PEREA, Cristian. Ensayo germinativo del algarrobo (*Hymenaea oblongifolia* Huber) y notas etnobotánicas sobre la especie, en el

- municipio de Quibdó – Chocó, Colombia. En: Revista Investigación, Biodiversidad y Desarrollo. Junio, 2003. vol. 18, no. 1, p. 22-25.
23. PÉREZ, Felix. Germinación y dormición de semillas. pp. 117–200. En: SÁNCHEZ, Antonio; ARROYO, Manuel y NAVARRO, Rafael. eds. Material vegetal de reproducción: manejo, conservación y tratamiento. Andalucía, España: Consejería de medio ambiente – Junta de Andalucía, 2003. 229 p.
24. PINILLA CESPEDES, Harlenson; MEDINA-ARROYO, Henry Hernan; TORRES-TORRES, Jhon Jerley; CÓRDOBA URRUTIA, Estivinson; CÓRDOBA, Juan Carlos; MOSQUERA, Yosuar y MARTÍNEZ-GUARDIA, Melida. Propagación y crecimiento inicial del abarco (Cariniana pyramidalis Miers), utilizando semillas silvestres. En: Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Julio-diciembre, 2016. vol. 7, no. 2, p. 87-97. <https://doi.org/10.22490/21456453.1559>
25. POT (Plan de Ordenamiento Territorial - Municipio de Istmina). 2012. Istmina una empresa de todos. 2012 – 2015. 145 p.
26. RIVERA, Luis Eduardo; PEÑUELA, María Cristina; JIMÉNEZ, Eliana María y VARGAS, María del Pilar. Ecología y silvicultura de especies útiles amazónicas Leticia, Amazonas, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones – IMANI, 2013. 181 p. <http://www.bdigital.unal.edu.co/36632/6/9789587616347.pdf>
27. ROMÁN, Francisco; DE LIONES, Rivieth; SAUTU, Adriana; DEAGO, José y HALL, Jefferson. Guía para la producción de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el Neotrópico. Ciudad de Panamá. 2012. 164 p.
28. SALAS CHOQUEHUANCA, Arthur Javier; ESTRELLA RAMÍREZ, Ana Luz; VELÁSQUEZ MORALES, Toño; CACEREZ RAMOZ, Leland; MEZA CORDOVA, Yanicce; RODRÍGUEZ VARGAS, Jhan Carlos y ESTIVAREZ ECONEMA, Jannpier. Efectos de agentes oxidantes y antioxidantes sobre la germinación de las semillas de *Hymenaea oblongifolia* Huber. “Azúcar huayo”. Tesis Ingeniería Forestal y Medio Ambiente. Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2014. 38 p.
29. SERNA MOSQUERA, Yessica; BORJA DE LA ROSA, Amparo; FUENTES SALINAS, Mario y CORONA AMBRIZ, Alejandro. Propiedades tecnológicas de la madera de algarrobo (*Hymenaea oblongifolia* Huber), de Bagadó-Chocó, Colombia. En: Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente. Marzo, 2011. vol. 17, no. 3, p. 411-422. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182011000300011
30. TORRES-TORRES, Jhon Jerley; MEDINA ARROYO, Henry Hernan y MARTÍNEZ GUARDIA, Melida. Germinación de semillas silvestres de *Apeiba glabra* Aubl. (Malvaceae) y crecimiento inicial de plantas. En: Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Mayo-agosto, 2018. Vol. 19, no. 2, p. 323-335. https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num2_art:750
31. TORRES-TORRES, Jhon Jerley; MEDINA, Henry Hernan; PINILLA, Harlenson; CÓRDOBA, Estivinson y MARTÍNEZ, Melida. Propagación en vivero de la especie forestal *Dipteryx oleífera* Benth. mediante semillas. En: Revista Politécnica. Enero-junio, 2017. vol. 24, no. 13, p. 19-26. <http://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/1087>
32. TORRES-TORRES, Jhon Jerley; MENA MOSQUERA, Víctor Eleazar y ÁLVAREZ DÁVILA, Esteban. Composición y diversidad florística de tres bosques húmedos tropicales de edades diferentes, en el Jardín Botánico del Pacífico, municipio de Bahía Solano, Chocó, Colombia. En: Revista Biodiversidad Neotropical, Enero-junio, 2016. vol. 6, no. 1, p. 12-21. <https://doi.org/10.18636/bioneotropical.v6i1.197>
33. VALLEJOS, Jonathan; BADILLA, Yorleny; PICADO, Félix y MURILLO Olman. Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. En: Revista Agronomía Costarricense. Enero-marzo, 2010. vol. 34, no. 1, p. 105-119. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/6704>
34. VARELA, Santiago y ARANA, Verónica. 2011. Latencia y germinación de semillas: Tratamientos pregerminativos. 3 ed. Bariloche: INTA EEA Bariloche. 2011. 10 p. ISSN: 1853-4775. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_latencia.pdf
35. VARGAS PIÑA, Stalin. Propagación sexual de cinco especies forestales comerciales y crecimiento inicial de las plántulas, en vivero. Tesis de Ingeniería Forestal. Pucallpa, Ucayali, Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2015. 74 p. Disponible en http://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4281/Stalin_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
36. VASCONCELES, Caroline; COSTA, Janaina; RIBEIRO, Gabrielly; LIRA-GUEDES, Ana y GUEDES, Marcelino. Germinação e morfologia de plântulas de *Hymenaea oblongifolia* en floresta de várzea do Estuário, Amapa. En: 64º Congresso Nacional de Botânica. Belo Horizonte, 10-15 de Noviembre de 2013. 23 p. Disponible en <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/975677/germinacao-e-morfologia-de-plantulas-de-hymenaea-oblongifolia-var-oblongifolia-fabaceae-em-floresta-de-varzea-do-estuario-amapa>
37. ZAMBRANO RODRIGUEZ, Marcos. Estado de la Regeneración Natural de Esperanza, Dos Especies Forestales Aprovechables en el Área de Manejo de la Comunidad Nativa Río Putumayo, Perú. Tesis de Ingeniería Forestal. Esperanza, Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2015. 94 p. Disponible en <http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/UNAP/3593>