

# Germinación de semillas silvestres de *Apeiba glabra* Aubl. (Malvaceae) y crecimiento inicial de plantas

## Germination of wild seeds of *Apeiba glabra* Aubl. (Malvaceae) and initial plant growth

Jhon Jerley Torres-Torres,<sup>1\*</sup> Henry Hernan Medina-Arroyo,<sup>2</sup> Melida Martínez-Guardia<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Investigador, Universidad Tecnológica del Chocó, Grupo de Investigación en Ciencia Animal y Recursos Agroforestales. Quibdó, Colombia.

Correo: i-jhon.torres@utch.edu.co. orcid.org/0000-0002-0503-837X

<sup>2</sup> Docente e investigador, Universidad Tecnológica del Chocó, Programa de Ingeniería Agroforestal. Quibdó, Colombia.

Correo: d-henry.hernan@utch.edu.co. orcid.org/0000-0002-9596-9054

<sup>3</sup> Docente e investigadora, Universidad Tecnológica del Chocó, Programa de Ingeniería Agroforestal, Grupo de Investigación en Ciencia Animal y Recursos Agroforestales. Quibdó, Colombia.

Correo: d-melida.martinez@utch.edu.co

Editor temático: Julián Fernando Mateus Rodríguez (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica])

Fecha de recepción: 01/09/2017

Fecha de aprobación: 15/03/2018

Para citar este artículo: Torres-Torres, J. J., Medina-Arroyo, H. H., & Martínez-Guardia, M. (2018). Germinación de semillas silvestres de *Apeiba glabra* Aubl. (Malvaceae) y crecimiento inicial de plantas. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(2), 323-335.

DOI: [https://doi.org/10.21930/rcta.vol19\\_num2\\_art:750](https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num2_art:750)



Esta licencia permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de la obra de modo no comercial, siempre y cuando se dé el crédito y se licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

\* Autor de correspondencia. Cra. 22 N.º 18B-10 B/ Nicolás Medrano - Ciudadela Universitaria, Quibdó, Chocó, Colombia.

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la germinación de semillas silvestres, el crecimiento (en altura y diámetro) y la supervivencia de plantas de *Apeiba glabra* Aubl. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con arreglo factorial y 16 factores, resultantes de combinaciones de sustratos y tratamientos pregerminativos. El experimento se desarrolló en dos camas de germinación previamente construidas bajo sombra y con exposición solar. La siembra incluyó 1.920 semillas, y el proceso de evaluación se realizó durante 75 días. La escarificación con lija y el remojo de las semillas en agua durante 48 horas incrementaron la germinación al 33 %

y el 34 %. Estos valores aumentaron a más del 50 % cuando se evaluó la interacción con el sustrato de tierra cernida y de arena + tierra cernida en una proporción de 2:1. Los resultados del crecimiento mostraron diferencias significativas entre factores y condiciones lumínicas, tanto en diámetro como en altura ( $p < 0,05$ ). El crecimiento y la supervivencia de las plántulas fueron mayores con los factores compuestos por tierra cernida (con y sin pregerminativos). En las condiciones de estudio, *Apeiba glabra* tiene una buena respuesta para su propagación con el uso de tierra cernida y escarificación con lija.

**Palabras clave:** Chocó, corcho, propagación vegetal, supervivencia, tratamientos pregerminativos, vivero forestal

## Abstract

The aim of this study was to evaluate the germination of wild seeds of *Apeiba glabra* Aubl., as well as plant growth (in height and diameter) and survival. The experimental design used was completely randomized with a factorial arrangement and 16 factors, resulting from combinations of substrates and pregerminative treatments. The experiment was developed in two germination beds previously built under shade and solar exposure conditions. Sowing was comprised of 1,920 seeds and the evaluation process was carried out during 75 days. Seed scarification with sandpaper and immersion in water for 48 hours increased germination by

33 % and 34 %; moreover, these values increased to more than 50 % by evaluating the interaction with a substrate composed of sifted soil and sifted soil + sand in a 2:1 ratio. Growth results in diameter and height showed significant differences among factors and light conditions, both in diameter and height ( $p < 0.05$ ). Seedling growth and survival were higher with the factors comprised of sifted soil (with and without pregerminative treatment). Furthermore, for propagation purposes and under our study conditions, *Apeiba glabra* responds well when using sifted soil and scarification with sandpaper.

**Keywords:** Chocó, corcho, plant propagation, pregerminative treatments, survival, tree nursery

## Introducción

La localización del departamento del Chocó (Colombia) influye en su biodiversidad y sus suelos para el desarrollo forestal (Torres-Torres, Mena, & Álvarez, 2016, 2017). Esto ha promovido la explotación maderera como una fuente importante de ingresos y trabajo para la población local (Martínez, Torres-Torres, & Medina, 2015).

Sin embargo, cuando las actividades productivas se realizan sin criterios técnicos de conservación y protección del ambiente, se afectan los ecosistemas estratégicos y la oferta ambiental de la zona (Klínger et al., 2011).

Dentro del potencial forestal de importancia socio-económica en el Chocó, se puede citar el *Apeiba glabra* Aubl. (conocido en Colombia como peine mono o corcho), una especie forestal perteneciente a la familia Malvaceae.

Esta especie cumple importantes funciones en el ecosistema, entre las que sobresalen la protección de los cursos de agua (ríos y quebradas) y la contribución a la alimentación de la fauna silvestre, específicamente monos y guacamayas, quienes se encargan de dispersar sus semillas (Román, De Lionas, Sautu, Deago, & Hall, 2012). Además, es utilizada como sombra en la práctica de cultivo bajo la cubierta de árboles (Neita, Cortés, & Madrigal, 2004).

La madera de *A. glabra* se caracteriza por su densidad baja, por lo cual se emplea como alma de tableros enlistonados para puertas, así como para la elaboración de enchapados acústicos, listones machihembrados para cielos rasos, cubrimientos de techos, artesanías, cojinería y carpintería en general. Estos atractivos han motivado su aprovechamiento irracional, que ha afectado directamente su permanencia en bosques de la región (Cordero et al., 2003; Díez & Moreno, 1999; Linares, 1994).

Entre los años 2010 y 2013, en los municipios de Bojayá, Cantón de San Pablo, Cértegui, Nóvita, Río Quito y Quibdó se aprovecharon aproximadamente 4.218 m<sup>3</sup> de esta madera (1.406 m<sup>3</sup>/año), que fueron transportados a Bello, Bogotá, Ibagué, Manizales, Medellín, Quibdó, Rionegro y Turbo

(Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó [Codechocó], 2013). Esta situación ha conducido a que esta especie se encuentre en estado de amenaza en el departamento del Chocó (Klínger et al., 2011).

Además, a nivel regional se han emprendido pocas acciones que permitan su recuperación y sostenibilidad, por lo que la información relacionada con la germinación, el crecimiento y la adaptación inicial en vivero es limitada, lo que dificulta su manejo.

En la germinación, el uso de semillas silvestres representa una alternativa para la reforestación, ya que facilita la adaptación de la plántula propagada al sitio definitivo, pero en la actualidad los registros de su uso son escasos.

Por esta razón, Mosquera, Medina y Martínez (2011), Pinilla et al. (2016) y Torres-Torres, Medina, Pinilla, Córdoba y Martínez (2017) han indicado que es necesario investigar los lineamientos técnicos y científicos para una germinación y un crecimiento inicial adecuados, con base en los recursos regionales, con el fin de abaratar los costos de propagación.

En la búsqueda de alternativas para recuperar y conservar especies forestales amenazadas y de importancia ecológica y socioeconómica, se plantea el uso de sustratos orgánicos como arena aluvial, tierra de bosque, tierra de hormiga, hojarasca y cascarilla de arroz (Aparicio, Cruz, & Alba, 1999; Garzón, Montenegro, & López, 2005; Mosquera et al., 2011).

Del mismo modo, se recomienda utilizar, como tratamientos pregerminativos, la escarificación mecánica y la inmersión de las semillas en agua a diferentes temperaturas y durante diversos periodos (Belloso & Mazariego, 2013; Cordero et al., 2003; Pinilla et al., 2016; Torres-Torres, Medina et al., 2017).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la germinación de semillas silvestres y el crecimiento inicial del *A. glabra* en vivero, en el municipio de Istmina, departamento del Chocó, utilizando sustratos orgánicos regionales y tratamientos pregerminativos diferentes, en dos condiciones de luminosidad (libre exposición solar y bajo sombra).

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en la Granja Escuela Agroecológica de la Institución Educativa Agropecuaria Gustavo Posada, en el municipio de Istmina (Chocó), a 05°07'54" N, 76°41'03" O y a una altitud de 76 m s. n. m. Posee una temperatura promedio de 25 °C y una precipitación media anual superior a los 8.000 mm.

Entre las actividades económicas del municipio sobresalen la minería, el aprovechamiento forestal,

la agricultura de pancoger y el comercio (Torres-Torres, Medina et al., 2017).

## Diseño experimental

El experimento se estableció con un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial. Cada factor contó con tres repeticiones, y la combinación de los niveles (sustratos orgánicos y tratamientos pregerminativos) dio como resultado 16 factores (figura 1), los cuales fueron sometidos a dos condiciones lumínicas (tabla 1).

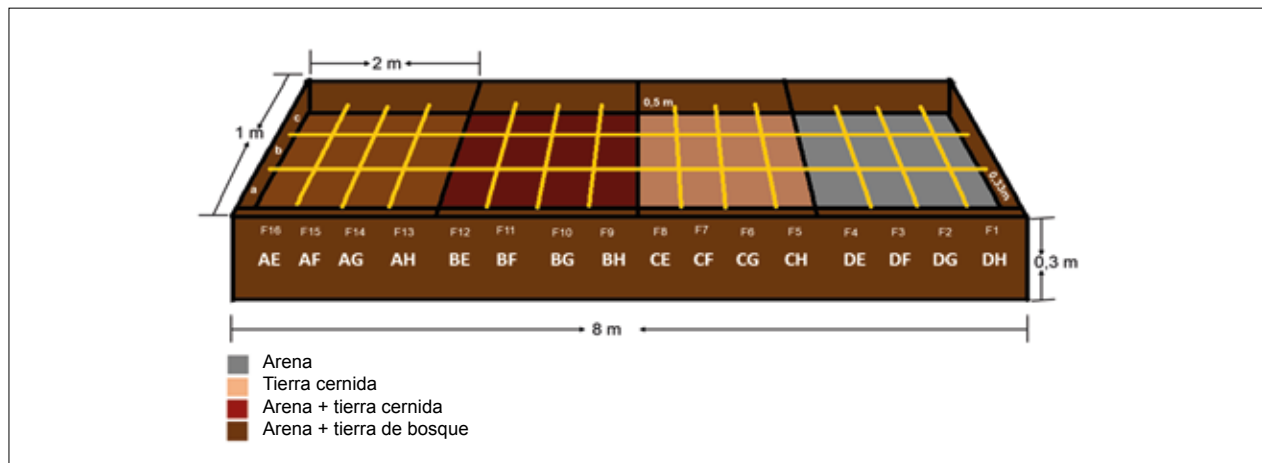


Figura 1. Representación gráfica del diseño experimental empleado.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Sustratos, tratamientos pregerminativos y factores resultantes de las combinaciones

Factor 1: sustratos orgánicos	Factor 2: tratamientos pregerminativos	Combinaciones*			
Nivel A (testigo): arena aluvial	Nivel E: (testigo): sin tratamiento pregerminativo	1 (AE)	5 (BE)	9 (CE)	13 (DE)
Nivel B: tierra cernida	Nivel F: escarificación con lija	2 (AF)	6 (BF)	10 (CF)	14 (DF)
Nivel C: arena aluvial + tierra cernida (2:1)	Nivel G: inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas	3 (AG)	7 (BG)	11 (CG)	15 (DG)
Nivel D: arena aluvial + tierra de bosque (2:1)	Nivel H: inmersión en agua a temperatura ambiente durante 48 horas	4 (AH)	8 (BH)	12 (CH)	16 (DH)

\*Se establecieron bajo sombra (SM) o con libre exposición solar (SL)

Fuente: Elaboración propia

## Material vegetal y sustratos

Se utilizaron 1.920 semillas, provenientes de dos árboles localizados en un bosque secundario del municipio de Medio Baudó, en el departamento del Chocó. Fueron colectadas manualmente en el mes de mayo de 2016, un día después de haber caído al suelo (figura 2c).

Los árboles semilleros presentaron los siguientes parámetros dasométricos: en el árbol 1 se registró un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 60 cm, una altura de ramificación de 16 m y una altura

total de 20 m. Por su parte, el árbol 2 presentó un DAP de 40 cm, una altura de ramificación de 13 m y una altura total de 18 m (figura 2).

En términos generales, los individuos arbóreos presentaron óptimas características fenotípicas, con fuste recto y sin señales de ataques de patógenos. El material vegetal colectado se mezcló antes del experimento.

Los sustratos empleados en esta investigación fueron recolectados en su totalidad en el municipio de Istmina, con ayuda de la comunidad (cerca del sitio de experimentación).



**Figura 2.** *Apeiba glabra* Aubl. a y d. Árboles semilleros; b. Copa y frutos de uno de los árboles semilleros; c. Recolección de semillas.

## Construcción o adecuación del área para la siembra

Se construyó un vivero temporal de 16 × 16 m, dentro del cual se adecuaron dos camas de germinación (una por cada condición de luminosidad),

con dimensiones de 1 m de ancho por 8 m de longitud y 0,30 m de profundidad.

El ambiente lumínico fue controlado parcialmente, empleando malla polisombra (SM) en una y otra con libre exposición solar, con una opacidad del 0 % (SL).

## Desinfección y preparación de los sustratos

Los sustratos empleados en este estudio fueron desinfectados utilizando invetrina y formol al 20 %. Se mezclaron 10 ml de formol y 10 ml de invetrina por cada 20 litros de agua, y esta sustancia se aplicó a los sustratos orgánicos hasta humedecerlos completamente. Al finalizar este procedimiento, el material fue cubierto con un plástico negro, el cual se destapaba cada 24 horas, para remover y oxigenar el sustrato, y a los cuatro días se dio por terminada la desinfección.

## Siembra de las semillas

Se sembraron 60 semillas de *A. glabra* por factor (30 por unidad experimental), para un total de 960 por cada condición lumínica y 1.920 en todo el experimento. Las semillas se plantaron a una distancia de 5 × 5 cm y a una profundidad de 0,5 cm.

## VARIABLES EVALUADAS

Siguiendo los criterios sugeridos por Rivera, Peñuela, Jiménez y Vargas (2013), se evaluó la germinación durante 30 días, así como el crecimiento (en diámetro y altura) y la supervivencia de la especie *A. glabra* durante 45 días.

## Cuidados culturales

Estos cuidados consistieron en: 1) riegos diarios, cuya cantidad dependió de las condiciones climáticas del área de estudio, específicamente de la precipitación (si había precipitaciones cada dos días o con intervalos menos prolongados se efectuaron dos riegos diarios al experimento, y en los días en los que se presentaron temperaturas elevadas se realizaron cuatro), y 2) desyerbes quincenales, aunque en algunas ocasiones las lluvias promovieron el crecimiento rápido de arvenses, lo que hizo necesario limpiar semanalmente.

## Monitoreo

La germinación fue registrada a diario, una vez que los cotiledones emergieron del sustrato, y estos datos fueron consignados en un formulario de

campo. Cuando finalizó este proceso, se continuó con el monitoreo del crecimiento en diámetro y altura, que se evaluó simultáneamente con la supervivencia de las plántulas. Estas medidas se tomaron cada ocho días.

Con esta frecuencia, la altura se midió desde la base del tallo de la plántula hasta su ápice, utilizando un flexómetro de 3 m, mientras que el diámetro de la base se midió con un calibrador o pie de rey digital (*caliper* electrónico).

Además, durante cada visita al vivero se observó el estado de las plántulas, con la finalidad de determinar la supervivencia de la especie en estudio. Los valores de cada monitoreo se registraron en un formulario de campo, y con esos datos se calculó el porcentaje de germinación, empleando la siguiente ecuación:

$$(\%G) = (Sg/Ss) \times 100 \%$$

Donde:

Sg = semillas germinadas  
Ss = semillas sembradas

## Análisis estadístico

Los diferentes factores se compararon mediante un análisis de varianza (Alfa 0,05) y el test de Tukey, con el programa estadístico Infostat (versión libre 2013). Las variables evaluadas fueron crecimiento en diámetro y altura.

## Resultados y discusión

### Germinación

La especie *A. glabra* presentó una germinación epigea, la cual comenzó 6 días después de que se sembraron las semillas. Este dato difiere de lo expresado por Aguirre y León (2012), Román et al. (2012) y Salazar y Soihet (2001), quienes sugieren que la germinación de esta especie inicia entre 12 y 18 días después de la siembra.

Este resultado puede deberse a que en esta investigación el tiempo transcurrido entre la recolección y la siembra de las semillas fue menor en comparación con los trabajos adelantados por los autores mencionados, quienes realizaron pruebas de almacenamiento de estas, hecho que influye en la pérdida de la humedad del material de propagación.

Adicionalmente, la pluviosidad de los lugares donde se llevaron a cabo esos trabajos es inferior a la de este estudio, lo cual puede retrasar el proceso germinativo de las semillas de la especie (Suárez & Melgarejo, 2010).

El proceso germinativo se extendió hasta el día 60 (cuando germinó la última semilla en el factor 11). Este valor es inferior al obtenido por Román et al. (2012) en viveros localizados en Panamá; al respecto, Garzón et al. (2005), Pérez (2003) y Suárez y Melgarejo (2010) sustentan que factores como el proceso de latencia natural de las semillas de esta especie, la temperatura del ambiente, el oxígeno y la iluminación, al igual que el contenido de humedad del sustrato donde se ponen a germinar las semillas, influyen en el tiempo que tarda la germinación, por lo que sugieren no descuidar el riego de las semillas y utilizar sustratos orgánicos mezclados con arena.

La diferencia en el tiempo de germinación de las semillas de *A. glabra* de este trabajo y las de los antes citados se puede deber a las diferencias climáticas del área de estudio, en especial de factores como la pluviosidad (Suárez & Melgarejo, 2010).

Los porcentajes de germinación por tratamientos pregerminativos fueron relativamente bajos (tabla 2). Estos valores pueden atribuirse a acontecimientos relacionados con la selección de las semillas, ya que, en gran parte de los frutos de esta especie, cerca del 50% de las semillas no germinan, por diferentes factores asociados a su dormancia (cuando son retiradas del fruto) (Salazar & Soihet, 2001). Por esta razón, Román et al. (2012) sugieren realizar pruebas de viabilidad de las semillas de *A. glabra*, para aumentar estos porcentajes.

La germinación de las semillas sembradas con libre exposición solar y bajo sombra fue del 30% y el 31%, respectivamente (tabla 2), y estos valores son similares a los obtenidos por Aguirre y León (2012) en una estructura bajo sombra (30%). Del mismo modo, se pudo observar que la diferencia de germinación en las diversas condiciones lumínicas no fue muy marcada, lo que da a entender que la luminosidad no incide de forma directa en la germinación de las semillas de *A. glabra* (Acuña & Garwood, 1987).

Tabla 2. Germinación por tratamientos pregerminativos

Tratamiento pregerminativo	Semillas sembradas		Semillas germinadas		Porcentaje de germinación (%)	
	SL	SM	SL	SM	SL	SM
1: sin tratamiento	240	240	76	58	32	24
2: escarificación con lija	240	240	71	88	30	37
3: remojo en agua a 24 °C	240	240	63	73	26	30
4: remojo en agua a 48 °C	240	240	82	83	34	35
Total	960	960	292	302	Promedio general: 30%	Promedio general: 31%

SL: con libre exposición solar; SM: bajo sombra.

Fuente: Elaboración propia

La interacción de los sustratos compuestos por tierra cernida y por arena con tierra cernida en una proporción de 2:1 con los tratamientos pregerminativos consistentes en escarificación con lija y remojo de las semillas en agua a temperatura ambiente durante 48 horas aumentó los valores de germinación (superando el 50 %) (tabla 5).

De este resultado se puede inferir que tanto los tratamientos pregerminativos como las combinaciones de sustratos empleados influyen positivamente en la germinación de las semillas de *A. glabra*. Lo anterior difiere de los estudios de Aguirre y León (2012) y Cordero et al. (2003), quienes obtuvieron un 30 % de germinación.

### Crecimiento en diámetro y altura

Los resultados del crecimiento en diámetro y altura de las plántulas de *A. glabra* sugieren que existe una diferencia significativa entre los diversos factores y condiciones lumínicas. Además, las interacciones entre ellos también presentaron diferencias significativas, ya que los valores de *p* fueron inferiores al nivel de confianza (Tukey:  $p < 0,05$ ) (tablas 3 y 4).

Las plántulas de *A. glabra* con libre exposición solar experimentaron un mayor crecimiento en diámetro (un promedio de 0,163 cm) que las ubicadas bajo sombra (un promedio de 0,130 cm), lo que las hace estadísticamente diferentes (Tukey:  $p > 0,05$ ).

**Tabla 3.** Análisis de varianza del diámetro y altura de *A. glabra* con exposición solar total y parcial

Crecimiento en diámetro					
FV	SC	Gl	CM	F	<i>p</i> -Valor
Modelo	0,52	31	0,02	21,09	< 0,0001
Condición lumínica	0,05	1	0,05	62,63	< 0,0001
Factor	0,27	15	0,02	22,74	< 0,0001
Condición lumínica * factor	0,20	15	0,01	16,68	< 0,0001
Error	0,20	256	8,00E-04		
Total	0,72	287			
Crecimiento en altura					
FV	SC	Gl	CM	F	<i>p</i> -Valor
Modelo	4.527,83	31	146,06	7,97	< 0,0001
Condición lumínica	490,31	1	490,31	26,76	< 0,0001
Factor	3.063,19	15	204,21	11,14	< 0,0001
Condición lumínica * factor	974,33	15	64,96	3,54	< 0,0001
Error	5.863,83	320	18,32		
Total	10.391,66	351			

FV: origen de las variaciones; SC: suma de cuadrados; Gl: grados de libertad; CM: promedio de los cuadrados; F: prueba *F*.  
Fuente: Elaboración propia



Bajo sombra, los mejores valores de crecimiento en diámetro se obtuvieron en los factores AF (arena aluvial y escarificación con lija), BF (tierra cernida y escarificación con lija), BE (tierra cernida sin pregerminativos) y BH (tierra cernida e inmersión de las semillas en agua a temperatura ambiente durante 48 horas), con valores de 0,15, 0,15, 0,14 y 0,14 cm, respectivamente.

Con libre exposición solar los mejores valores se presentaron en los factores CG (tierra cernida + arena en una proporción de 2:1 e inmersión de las semillas en agua a temperatura ambiente durante 24 horas), BF, CF (tierra cernida + arena en una proporción de 2:1 y escarificación con lija) y BH, con valores de 0,22, 0,19, 0,18 y 0,17 cm, respectivamente (tabla 4).

**Tabla 4.** Crecimiento en diámetro y altura de las plántulas de *A. glabra* con exposición solar total y parcial

Factores	Crecimiento (cm)			
	Altura		Diámetro	
	SM	SL	SM	SL
AE	6,49 <sup>fghi</sup>	6,01 <sup>ghi</sup>	0,06 <sup>jk</sup>	0,06 <sup>jk</sup>
AF	5,68 <sup>hi</sup>	6,43 <sup>fghi</sup>	0,15 <sup>bcdef</sup>	0,07 <sup>ijk</sup>
AG	2,72 <sup>i</sup>	5,86 <sup>ghi</sup>	0,07 <sup>ijk</sup>	0,03 <sup>k</sup>
AH	7,36 <sup>efghi</sup>	7,35 <sup>efghi</sup>	0,08 <sup>hij</sup>	0,07 <sup>ijk</sup>
BE	12,67 <sup>abcdefg</sup>	12,04 <sup>abcdefgh</sup>	0,14 <sup>bcdef</sup>	0,13 <sup>cdef</sup>
BF	17,55 <sup>a</sup>	13,12 <sup>abcdef</sup>	0,15 <sup>bcdef</sup>	0,19 <sup>ab</sup>
BG	10,46 <sup>bcdefgh</sup>	10,94 <sup>abcdefgh</sup>	0,11 <sup>efghi</sup>	0,11 <sup>efghi</sup>
BH	15,26 <sup>abcd</sup>	11,40 <sup>abcdefgh</sup>	0,14 <sup>bcdef</sup>	0,17 <sup>bcd</sup>
CE	13,69 <sup>abcde</sup>	9,52 <sup>defghi</sup>	0,10 <sup>fghij</sup>	0,14 <sup>bcdef</sup>
CF	16,56 <sup>abc</sup>	6,74 <sup>fghi</sup>	0,06 <sup>ijk</sup>	0,18 <sup>abc</sup>
CG	16,98 <sup>ab</sup>	10,55 <sup>bcdefgh</sup>	0,08 <sup>hij</sup>	0,22 <sup>a</sup>
CH	14,50 <sup>abcd</sup>	6,96 <sup>efgh</sup>	0,07 <sup>ijk</sup>	0,16 <sup>bede</sup>
DE	9,80 <sup>cdefgh</sup>	9,11 <sup>defghi</sup>	0,11 <sup>efghi</sup>	0,11 <sup>efghi</sup>
DF	8,92 <sup>defghi</sup>	8,95 <sup>defghi</sup>	0,08 <sup>hij</sup>	0,11 <sup>efghi</sup>
DG	10,67 <sup>abcdefgh</sup>	8,47 <sup>defghi</sup>	0,08 <sup>hij</sup>	0,13 <sup>cdef</sup>
DH	9,21 <sup>defghi</sup>	7,33 <sup>efghi</sup>	0,07 <sup>ijk</sup>	0,12 <sup>defgh</sup>

AE: arena aluvial sin pregerminativos; AF: arena aluvial y escarificación con lija; AG: arena e inmersión de las semillas en agua a temperatura ambiente durante 24 horas; AH: arena aluvial e inmersión en agua a temperatura ambiente durante 48 horas; BE: tierra cernida sin pregerminativos; BF: tierra cernida y escarificación con lija; BG: tierra cernida e inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas; BH: tierra cernida e inmersión de las semillas en agua a temperatura ambiente durante 48 horas; CE: arena aluvial + tierra cernida 2:1 sin pregerminativos; CF: tierra cernida + arena en una proporción de 2:1 y escarificación con lija; CG: tierra cernida + arena en una proporción de 2:1 e inmersión de las semillas en agua a temperatura ambiente durante 24 horas; CH: arena aluvial + tierra cernida 2:1 e inmersión de las semillas en agua a temperatura ambiente durante 48 horas; DE: arena aluvial + tierra de bosque 2:1 sin pregerminativos; DF: arena aluvial + tierra de bosque 2:1 y escarificación con lija; DG: arena aluvial + tierra de bosque 2:1 e inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas; DH: arena aluvial + tierra de bosque 2:1 e inmersión de las semillas en agua a temperatura ambiente durante 48 horas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey:  $p > 0,05$ ).

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la prueba de separación de medias de Tukey, estos resultados son significativamente diferentes a los demás, obtenidos tanto en SM como en SL (tabla 4). En lo que se refiere a la calidad de los sustratos orgánicos empleados, Belloso y Mazariego (2013) y Mosquera et al. (2011) sugieren que contienen una gran cantidad de humus y materia orgánica, lo cual estimula el crecimiento de las plántulas, tanto en diámetro como en altura.

Por otro lado, el menor crecimiento en SL se presentó en el factor AG (arena e inmersión de las semillas en agua a temperatura ambiente durante 24 horas), con un valor de 0,03 cm, y en SM correspondió al factor AE (arena aluvial sin pregerminativos), con 0,06 cm.

También se debe resaltar que el crecimiento de las plántulas de *A. glabra* en los factores con tierra de bosque (DE, DF, DG y DH) fue inferior al de aquellos con tierra cernida (BE, BF y BG) (tabla 4), lo que se puede relacionar con la compactación que se presenta en los sustratos compuestos por tierra de bosque sin cernir, por lo cual Belloso y Mazariego (2013) recomiendan utilizar este material para germinación.

La prueba de separación de medias de Tukey ( $p > 0,05$ ) señala que en el crecimiento en altura de las plántulas existe una diferencia estadísticamente significativa entre las diversas condiciones lumínicas evaluadas. El mayor valor de este crecimiento se obtuvo en SM, con un promedio de 11,16 cm, mientras que en SL se dio un valor promedio de 8,80 cm.

Lo anterior sugiere que, durante su etapa de crecimiento, el *A. glabra* no requiere luz directa, por lo que se puede afirmar que esta especie pertenece al grupo de las semiheliófitas (Román et al., 2012; Salazar & Soihet, 2001). Estos datos contrastan con los obtenidos por Acuña y Garwood (1987) y Román et al. (2012), quienes sugieren que esta especie alcanza alturas de 20 cm en tres meses.

Bajo sombra (SM), el mayor crecimiento en altura de las plántulas se observó con los factores BF (17,55 cm), CG (16,98 cm), CF (16,56 cm) y BH (15,26 cm), y, con libre exposición solar (SL), con

BF (13,12 cm), BE (12,04 cm), BH (11,40 cm), BG (10,94 cm) y CG (10,55 cm) (tabla 4). Estos factores están compuestos por sustratos que contienen tierra cernida, los cuales poseen la capacidad de retener más agua para la planta, además de su contenido nutricional (Belloso & Mazariego, 2013).

El menor crecimiento en altura se presentó en los factores AE, AF, AG, AH, DE, DF, DG y DH (tabla 4), y fueron significativamente diferentes al resto de los resultados obtenidos (Tukey:  $p > 0,05$ ). Estos factores estuvieron conformados por arena aluvial y por arena aluvial + tierra de bosque en una proporción de 2:1.

En el caso específico de los sustratos compuestos por tierra de bosque, este material empezó a compactarse dos meses después del inicio de la germinación de las semillas, lo que pudo haber influido de forma negativa en el crecimiento de las plántulas de *A. glabra*. Esto valida el concepto sustentado por Belloso y Mazariego (2013), quienes expresan que los sustratos con mayor contenido de arena y tierra de bosque no son propicios para el crecimiento inicial de las plántulas forestales en vivero.

### Supervivencia

En las condiciones lumínicas SL y SM, la supervivencia fue de un 95 % y un 94 %, respectivamente (tabla 4). Con SL, los factores AF, BF, BH, CG y CH presentaron mayores porcentajes, mientras que con SM fueron BG, BH, CF, CH y DG (todos con valores del 100 %). Estas cifras son superiores a las que registraron Aguirre y León (2012), quienes reportaron valores de supervivencia del 75 % en esta misma especie.

Los resultados obtenidos en esta investigación validan la importancia de los sustratos compuestos por tierra cernida y por arena + tierra cernida en una proporción de 2:1 en la propagación de la especie *A. glabra* (tabla 5).

Por otro lado, los menores porcentajes de supervivencia se presentaron en el factor AE, con valores de 83,3 % y 86,7 % en SL y SM, respectivamente.

Tabla 5. Germinación y supervivencia de *A. glabra* por factor

Factores	GSL (%)	GSM (%)	SSL (%)	SSM (%)
AE	20,0	16,7	83,3	90,0
AF	15,0	25,0	100	86,7
AG	23,3	20,0	92,9	91,7
AH	35,0	18,3	95,2	90,9
BE	38,3	28,3	95,7	94,1
BF	28,3	61,7	100	94,6
BG	21,7	28,3	100	100
BH	43,3	28,3	96,2	100
CE	41,7	21,7	96,0	92,3
CF	63,3	30,0	92,1	100
CG	35,0	53,3	100	93,8
CH	20,0	25,0	100	100
DE	26,7	30,0	93,8	88,9
DF	11,7	30,0	85,7	94,4
DG	25,0	20,0	93,3	100
DH	38,3	66,7	95,7	92,5
<b>Total</b>	Porcentaje general*: 30	Porcentaje general: 31	95,2	94,4

GSL: germinación con libre exposición; GSM: germinación bajo sombra; SSL: supervivencia con libre exposición; SSM: supervivencia bajo sombra.

\* El valor general de germinación y supervivencia corresponde a la totalidad de las semillas empleadas en el estudio.

Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones

Las interacciones de los tratamientos pregerminativos que consistieron en la escarificación con lija y el remojo de las semillas en agua a temperatura ambiente durante 48 horas con los sustratos tierra cernida o arena + tierra cernida en una proporción de 2:1 incrementaron el porcentaje de germinación de la especie en estudio.

Las condiciones lumínicas empleadas en esta investigación no incidieron de forma directa en la germinación de las semillas de *A. glabra*. Los valores significativos de crecimiento en diámetro y altura de las plántulas, tanto en SL como en SM, se obtuvieron en los sustratos que contenían tierra cernida, lo que puede atribuirse a su gran contenido de materia orgánica.

Tanto en SL como en SM, los sustratos compuestos por arena y por arena + tierra de bosque en una proporción de 2:1 experimentaron los menores valores de crecimiento en diámetro y altura, acontecimiento que puede deberse al bajo contenido nutricional de la arena y al proceso de compactación

del que es objeto el sustrato que contiene tierra de bosque, que no permite el libre desarrollo de las raíces de la planta.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Tecnológica del Chocó (UTCH) por el financiamiento de este trabajo. Del mismo modo, se extienden los agradecimientos a Tobías Francisco Asprilla Murillo y Cristian Estiven Aguilar, así como a los docentes y estudiantes de la Institución Educativa Agropecuaria Gustavo Posada de Istmina, quienes apoyaron las actividades de campo.

## Descargos de responsabilidad

El presente trabajo es uno de los productos del grupo de investigación en Ciencia Animal y Recursos Agroforestales de la Universidad Tecnológica del Chocó (UTCH). En él se encuentran los aportes significativos de todos los autores, quienes están de acuerdo con su publicación y manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

## Referencias

- Acuña, P. I. & Garwood, N. C. (1987). Efecto de la luz y de la escarificación en la germinación de las semillas de cinco especies de árboles tropicales secundarios. *Revista Biología Tropical*, 35(2), 203-207.
- Aguirre, M. Z. & León, A. N. (2012). Conocimiento inicial de la fenología y germinación de diez especies forestales nativas en El Padmi, Zamora Chinchipe. *Revista Cedamaz*, 2(1), 63-72.
- Aparicio, A., Cruz, H., & Alba, J. (1999). Efecto de seis sustratos sobre la germinación de *Pinus patula* Sch. et Cham, *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus pseudostrobus* Lindl. en condiciones de vivero. *Foresta Veracruzana*, 1(2), 31-34.
- Belloso, P. A. & Mazariego, L. B. (2013). *Evaluación de cinco sustratos y tres métodos de escarificación en la germinación de semillas de cuatro especies forestales* (tesis de doctorado). Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.
- Cordero, J., Mesén, F., Montero, M., Stewart, J., Boshier, D., Chamberlain, J., ... Detlefsen, G. (2003). Descripciones de especies de árboles nativos de América Central. En J. Cordero & D. H. Boshier (Eds.). *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas* (pp. 311-958). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie), Oxford Forestry Institute (OFI).
- Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó (Codechocó). (2013). *Base de datos de volúmenes de madera movilizados en el departamento del Chocó 2009-2013*. Quibdó, Colombia: Codechocó.
- Díez, M. C. & Moreno, H. F. (1999). Morfología de semillas y plántulas de árboles de los bosques húmedos tropicales del suroriente de Antioquia, Colombia (II parte). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 52(1), 365-394.
- Garzón, G., Montenegro, E., & López, F. (2005). Uso de aserrín y acículas como sustrato de germinación y crecimiento de *Quercus humboldtii* (roble). *Colombia Forestal*, 9(18), 98-108.
- Klínger, W., Roa, R., Ibargüen, T., Rengifo, O., Barcos, R., Mosquera, H., & Perea J. A. (2011). Estado de las especies forestales amenazadas. En W. Klínger, G. Ramírez & J. M. Guerra (Eds.). *Aportes al conocimiento de los ecosistemas estratégicos y las especies de interés especial del Chocó biogeográfico* (Parte I, pp. 92-117). Cali, Colombia: Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP).
- Linares, E. (1994). Inventario preliminar de las plantas utilizadas para elaborar artesanías en Colombia. *Universitas Scientiarum*, 2(1), 7-43.
- Martínez, M., Torres-Torres, J. J., & Medina, H. H. (2015). Aprovechamiento forestal maderable en cuatro municipios del departamento de Chocó, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(2), 57-74.
- Mosquera, D. E., Medina, H. H., & Martínez, M. (2011). Germinación y crecimiento inicial en abarco *Cariniana pyriformis*: una alternativa para su conservación. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 2(1), 53-59.
- Neita, J. C., Cortés, H., & Madrigal, A. (2004). Los himenópteros asociados a una parcela agroforestal de *Borojoa patinoi*, *Cedrela odorata*, *Apeiba aspera* e *Inga spectabilis* en la granja de la Universidad del Chocó, municipio de Lloró, Chocó. *Revista Colombiana de Entomología*, 30(2), 233-239.
- Pérez, F. (2003). Germinación y dormición de semillas. En A. Sánchez, M. Arroyo & R. M. Navarro (Eds.). *Material vegetal de reproducción: manejo, conservación y tratamiento* (pp. 117-200). Sevilla, España: Junta de Andalucía.
- Pinilla, H., Medina, H. H., Torres-Torres, J. J., Córdoba, E., Córdoba, J. C., Mosquera, Y., & Martínez, M. (2016). Propagación y crecimiento inicial del abarco (*Cariniana pyriformis* Miers), utilizando semillas silvestres. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 7(2), 87-79.
- Rivera, L., Peñuela, M., Jiménez, E., & Vargas, M. (2013). *Ecología y silvicultura de especies útiles amazónicas*. Leticia, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Román, F., De Liones, R., Sautu, A., Deago, J., & Hall, J. S. (2012). *Guía para la propagación de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el neotrópico*. New Haven, EE. UU.: Environmental Leadership and Training Initiative (ELTI).
- Salazar, R. & Soihet, C. (2001). *Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie).
- Suárez, D. & Melgarejo L. M. (2010). Biología y germinación de semillas. En L. M. Melgarejo (Ed.). *Experimentos en fisiología vegetal* (pp. 13-25). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Torres-Torres, J. J., Medina, H. H., Pinilla, H., Córdoba, E., & Martínez, M. (2017). Propagación en vivero de la especie forestal *Dipteryx oleifera* Benth mediante semillas. *Revista Politécnica*, 13(24), 19-26.
- Torres-Torres, J. J., Mena, V. E., & Álvarez, E. (2016). Composición y diversidad florística de tres bosques húmedos tropicales de edades diferentes, en el Jardín Botánico del Pacífico, municipio de Bahía Solano, Chocó, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 6(1), 12-21.
- Torres-Torres, J. J., Mena, V. E., & Álvarez, E. (2017). Carbono aéreo almacenado en tres bosques del Jardín Botánico del Pacífico, Chocó, Colombia. *Entramado*, 13(1), 200-209.