

Germinación de semillas y establecimiento de plántulas de *Schefflera morototoni* (Araliaceae) y *Geonoma interrupta* (Arecaceae)

Angie Lisseth Martínez Meneses¹
Universidad del Valle

Ruby Estella Lucumi-Banguero²
Universidad del Valle

Alba Marina Torres-González³
Universidad del Valle

Recibido: 29 de noviembre de 2019

Aceptado: 20 de diciembre de 2019

Pág. 39-51

Resumen

Muchas especies arbóreas son útiles para los humanos y además tienen interacciones positivas con la fauna, sin embargo, sus características germinativas o de establecimiento de plántulas no se conocen. Esta investigación tuvo como objetivo caracterizar la germinación de semillas de *Schefflera morototoni* y *Geonoma interrupta* y el establecimiento de sus plántulas. Las pruebas de germinación se hicieron en dos condiciones de temperatura alternada y el establecimiento de las plántulas se probó en dos sustratos. Los resultados muestran que las semillas recién extraídas de estas dos especies tienen alto contenido de humedad (*S. morototoni*: 33,8 % y *G. interrupta*: 32,5 %). Los porcentajes de germinación de *S. morototoni* fueron 93 % y 77 % y de *G. interrupta* fue 52 % y 50 %, en 20/30 °C y 25/30 °C, respectivamente. El establecimiento de plántulas de *S. morototoni* fue 8 % y 4 %, y de *G. interrupta* 64,4 % y 53,35 %, en suelos limoso y arcilloso, respectivamente. El crecimiento de las plántulas fue menor en *S. morototoni* ($0,8 \pm 0,6$ mm/semana) que en *G. interrupta* ($1,8 \pm 0,9$ mm/semana). Se concluye que las semillas de *G. interrupta* tienen latencia y las temperaturas alternadas ayudan a promover la germinación de semillas de *S. morototoni*. Además, el mejor sustrato para el establecimiento de las plántulas de ambas especies es el suelo limoso, color negro y rico en materia orgánica.

Palabras clave: temperatura alternada, contenido de humedad de las semillas, latencia de semillas, plántulas, bosque seco.

Doi: 10.25100/rc.v23i2.8613

¹ ORCID: 0000-0003-2061-8257

² ORCID: 0000-0002-6257-7089

³ ORCID: 0000-0002-3010-2505

Seed Germination and Seedling Establishment of *Schefflera morototoni* (Araliaceae) and *Geonoma interrupta* (Arecaceae)

Abstract

Many tree species are useful for humans and have positive interactions with fauna, however, their germinative traits or seedling establishment are not known. This research aimed to characterize the germination of *Schefflera morototoni* and *Geonoma interrupta* seeds and the establishment of their seedlings. Germination tests were carried out in two alternating temperature conditions and the seedlings were tested on two substrates. The results show that seeds recently extracted of these species have high seed moisture content (*S. morototoni*: 33.8 % and *G. interrupta*: 32.5 %). The germination percentage of *S. morototoni* was 93 % and 77 % and *G. interrupta* was 52 % and 50 %, at 20/30 °C and 25/30 °C, respectively. The establishment of *S. morototoni* seedlings was 8 % and 4 %, and *G. interrupta* was 64.4 % and 53.35 %, in silty soil and clay soil, respectively. The average growth of seedlings was lower in *S. morototoni* (0.8 ± 0.6 mm/week) than in *G. interrupta* (1.8 ± 0.9 mm/week). It is concluded that the seeds of *G. interrupta* are dormant and alternating temperatures help to promote seed germination of *S. morototoni*. Besides, we conclude that the best substrate for the seedling establishment is the silty soil, black and rich in organic matter.

Keywords: alternating temperature, seed moisture content, seed dormancy, seedlings, dry forest.

1 Introducción

El uso de la tierra de los ecosistemas boscosos ha cambiado por diversas presiones como la agricultura, la ganadería, la minería y asentamientos humanos. En Colombia el bosque seco tropical ⁽¹⁾ y los bosques andinos y subandinos ⁽²⁾ se encuentran completamente fragmentados debido a la deforestación y colonización concentradas en su área de distribución. En el Valle del río Cauca, las áreas de bosque natural se reducen a pequeños remanentes de bosque de 6 ha en promedio, rodeados por matrices de cultivos y pasturas ⁽³⁾. En general, estos remanentes se encuentran en estado sucesional temprano ⁽⁴⁾, tienen un proceso activo de regeneración, pero con una barrera para su expansión constituida por las matrices agrícolas ⁽⁵⁾. La restauración ecológica del bosque seco tropical es una prioridad que debe ser parte de la agenda de investigación de los ecosistemas terrestres más amenazados ⁽⁶⁾. Como también, es urgente la conservación de las áreas más secas de los bosques andinos y subandinos, dada su alta diversidad y grado de amenaza ⁽⁷⁾. En los bosques, los árboles se agrupan en grupos funcionales, de acuerdo con su capacidad de regenerar en áreas abiertas o especies pioneras, y a su capacidad de regenerar en condiciones de dosel cerrado o especies de sotobosque ⁽⁸⁾. En consecuencia, la restauración ecológica debe cubrir el rango de los grupos funcionales de árboles, para lograr restablecer las características funcionales originales de los bosques. Como lo plantean Khurana & Singh ⁽⁹⁾, el conocimiento de la germinación de semillas y el establecimiento de plántulas son necesarios para que los esfuerzos de restauración del bosque seco resulten exitosos. Y según estos autores, el establecimiento de las plántulas es la fase que ocurre después de la germinación, asegura su crecimiento, y repercute en el reclutamiento de las comunidades vegetales. La búsqueda de protocolos adecuados de propagación de especies del bosque seco en Colombia, con visión hacia la restauración

de este ecosistema, se han realizado para especies de las familias más representativas como Fabaceae y Bignoniaceae (e.g. 10,11).

De acuerdo con Sardi y colaboradores ⁽¹²⁾, *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire (Araliaceae) y *Geonoma interrupta* (Ruiz & Pav.) Mart. (Arecaceae) se encuentran en las unidades del paisaje matorral y bosque, respectivamente. Es decir, estas dos especies son representantes de los grupos funcionales de árboles de menor y mayor cobertura del bosque. *S. morototoni* y *G. interrupta* son nativas de América tropical y se encuentran tanto en bosque seco tropical (bs-T), como en bosque húmedo tropical (bh-T) o bosque montano ^(13,14).

Schefflera morototoni, conocida como yarumo macho, tumbamaco o mano de oso, es una especie pionera que llega a medir hasta 35 m de altura. Su madera se emplea para carpintería y ebanistería, para hacer las varillas de los fósforos, y en la sustitución de ciertos tipos de madera por su peso liviano. Esta especie también se emplea en la elaboración de instrumentos musicales y laminados decorativos y su pulpa es excelente para la elaboración de papel ⁽¹⁵⁾. Por otro lado, *G. interrupta* es una palma que puede medir hasta 8 m de altura, el raquis de las infrutescencias es rojo oscuro y los frutos son esféricos a casi elipsoides, y negros al madurar. Su uso es ornamental y esporádicamente es usada en construcción ⁽¹⁴⁾. A nivel local esta palma es usada para hacer techos y es fuente de alimento para varias especies de aves (Corredor G., com. pers.). Tanto *S. morototoni* como *G. interrupta* se encuentran en bosques en sucesión ⁽¹²⁾, donde *S. morototoni* es dispersada por aves y es una especie clave para las aves durante la estación seca en la Amazonía ^(16,17). En consecuencia, estas dos especies pueden jugar un rol importante en la alimentación de las aves y ellas a su vez ser dispersoras de sus semillas. Debido a sus características ecológicas, es relevante conocer la fisiología germinativa de sus semillas. En esta investigación, nos propusimos como objetivo evaluar la germinación de semillas de *S. morototoni* y *G. interrupta* en dos temperaturas alternadas de 20/30 °C y 25/30 °C, que semejan las condiciones naturales en las que crecen estas especies, y el establecimiento *ex situ* de sus plántulas en dos tipos de sustratos; el sustrato A (tierra negra), y el sustrato B (tierra amarilla).

2 Métodos

2.1 Pruebas de germinación

Se recolectaron semillas de *G. interrupta* y *S. morototoni* en agosto de 2015, en un bosque en regeneración en la reserva Loma Larga, corregimiento Pance, Cali, Valle del Cauca. Este bosque se encuentra en una zona en transición entre bosque seco y premontano ⁽¹²⁾. Para cada especie, se seleccionaron frutos maduros que se cosecharon con tijeras desjarretadoras, y se transportaron en bolsas de tela al Laboratorio de semillas de la Universidad del Valle. En el laboratorio, 24 horas después de ser cosechados los frutos, las semillas se extrajeron siguiendo el protocolo de acondicionamiento de semillas de frutos jugosos ⁽⁴⁾. A las semillas recién extraídas se les determinó el contenido de humedad con la prueba de una hora ⁽¹⁸⁾. Para esta prueba de humedad se usó un horno Thomas Scientific, modelo TSOV2G y una balanza analítica Metler Toledo.

La prueba de germinación se realizó en papel toalla Duramax de 20 x 21 cm (Skott®) humedecido con agua destilada. La prueba consistió en cuatro repeticiones de 25 semillas cada una, para un total de 100 semillas por prueba, siguiendo las normas ISTA ⁽¹⁸⁾. Para cada repetición se usaron dos toallas de papel humedecidas, sobre las cuales se pusieron las semillas distribuidas en cinco filas, y se cubrieron con una toalla de papel. Las cuatro repeticiones de cada prueba, debidamente rotuladas, se introdujeron en una bolsa plástica transparente también rotulada. Las semillas no tuvieron proceso de escarificación, para determinar si tenían latencia. Se probaron dos condiciones de germinación con temperaturas alternadas de 20/30 °C y 25/30 °C. En cada condición la temperatura más baja se estableció durante 16 horas y la más alta durante 8 horas. Se usó luz blanca durante 12 horas y oscuridad durante 12 horas. Las dos temperaturas alternadas reflejan las condiciones naturales donde habitan las especies estudiadas, calculadas con base en la temperatura media, mínima y máxima del lugar de estudio ⁽¹¹⁾.

Las pruebas se revisaron una vez por semana y se humedecieron con agua destilada. El criterio de germinación fue emergencia de radícula con más de 2 mm de longitud. Se usaron germinadoras DiEs, modelos K115U y KU115F. La prueba de germinación tuvo una duración de 44 días para ambas especies.

2.2 Establecimiento y crecimiento de plántulas

Las plántulas que germinaron se usaron para la prueba de establecimiento, en condiciones de casa de malla en la Estación Biológica de la Universidad del Valle. Se probaron dos tipos de sustratos, A (tierra negra) y B (tierra amarilla), cuyas características se muestran en la Tabla 1. La humedad inicial de cada sustrato se evaluó con una muestra de 5 g de cada sustrato, pesada, secada a 70 °C durante 24 horas y que se volvió a pesar, en la balanza analítica (Tabla 1). Los sustratos se depositaron en recipientes plásticos de 11 oz, debidamente marcados, con agujeros en la base para facilitar el drenaje, y con 245 g de sustrato cada uno. Luego, se sembraron tres plántulas de 1 cm de altura en cada recipiente, para un total de 90 plántulas de *G. interrupta* y 100 de *S. morototoni*, en ambos sustratos. El riego se realizó todos los días durante los primeros 21 días y después día de por medio. El seguimiento al proceso de crecimiento y establecimiento de las plántulas se realizó durante 105 días. Para cada individuo de ambas especies, semanalmente se registraron las siguientes características: se midió la altura de la plántula, en cm. Se observó la apertura de cotiledones y el crecimiento de hojas primarias en *S. morototoni*, y en *G. interrupta* el número de hojas. Para determinar el establecimiento se calculó el porcentaje de las plántulas que sobrevivieron.

Tabla 1. Características de los sustratos usados para evaluar el establecimiento de plántulas de *Schefflera morototoni* y *Geonoma interrupta*.

Características	Sustrato A	Sustrato B
Color	Negro	Amarillo
Tipo suelo*	Limoso: mezcla de arena fina y arcilla que se una a restos vegetales.	Arcilloso
Características*	Partículas pequeñas y suaves, retiene el agua por un tiempo prolongado, al igual que los nutrientes.	Drenaje deficiente, los colores rojos y amarillos provienen de la oxidación e hidratación de los compuestos minerales de hierro del suelo, propio de suelos tropicales.
Lugar de recolección	Centro de acopio de hojarasca de los árboles de la Universidad del Valle, Cali, Colombia.	Zona rural Polvorines, Sur de Cali, Colombia.
Humedad	50 %	30 %

* Tomado de ⁽¹⁹⁾

2.3 Análisis de datos

Se calculó el porcentaje de germinación para el número total de semillas que germinaron durante los 44 días de la prueba. La germinación se calculó con la fórmula: $G (\%) = (n/N) * 100$; donde n es el número total de semillas germinadas y N es el número total de semillas de la prueba. Para tener normalidad de varianza en los análisis, la germinación (porcentaje) se transformó a ángulos usando la función del arcoseno con la fórmula: $\text{Ángulos (radianes)} = \text{Arcsen } \sqrt{(\% \text{ Germinación}/100)}$. Los ángulos fueron transformados desde radianes a grados. Los resultados de germinación transformados, obtenidos en las dos condiciones de temperatura alternada para cada especie, se compararon con la prueba pareada t en el programa Past ⁽²⁰⁾.

Se calculó la velocidad de germinación con la fórmula: $VG = \sum (n_i / (d * n_i))$ donde n es el número de semillas que germinó en el día i , y d es el número de días desde el inicio de la prueba de germinación [4]. Los resultados de velocidad de germinación, obtenidos en las dos condiciones de temperatura alternada para cada especie, se compararon con la prueba pareada t en el programa Past ⁽²⁰⁾.

El cálculo de la humedad del sustrato utilizado se realizó con la fórmula: $HS = ((p_1 - p_2) / p_1)$; donde p_1 es el peso inicial de la muestra y p_2 es el peso de la muestra después del secado. La humedad de cada tipo de sustrato se muestra en la Tabla 1.

El número total de plántulas que se estableció exitosamente en cada sustrato se comparó con la prueba pareada t en el programa Past ⁽²⁰⁾.

3 Resultados

3.1 Humedad y germinación de semillas

Las semillas recién extraídas de los frutos de *S. morototoni* presentaron un contenido de humedad de 33,8 %. La germinación de *S. morototoni* fue más alta en la temperatura alternada 20/30 °C, con un porcentaje de germinación de 93 %, mientras que en 25/30 °C fue de 77 % (Figura 1). Sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$). Las semillas de *S. morototoni* presentaron la apertura de la testa el día 11 después de iniciada la prueba a temperatura 25/30 °C, y el día 14 a temperatura 20/30 °C. A partir del día 25 se observaron las radículas en las semillas sometidas a las dos temperaturas. La velocidad de germinación fue similar para ambas temperaturas alternadas (20/30 °C: 0,0608 y 25/30 °C: 0,0620; $p > 0,05$).

Las semillas de los frutos maduros de *G. interrupta* presentaron un contenido de humedad de 32,5 %. Las semillas de *G. interrupta* en las dos temperaturas probadas obtuvieron un porcentaje de germinación similar, de 52 % en la temperatura 20/30 °C, y 50 % en la temperatura 25/30 °C ($p > 0,05$; Figura 1). La velocidad de germinación fue similar en las condiciones de temperatura alternadas, (20/30 °C: 0,0536 y 25/30: 0,0537, $p > 0,05$).

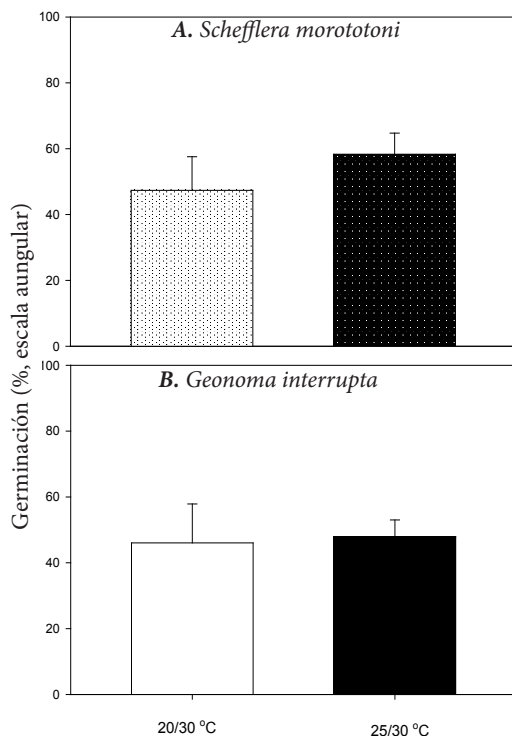


Figura 1. Porcentaje de germinación de semillas de *Schefflera morototoni* (A) y *Geonoma interrupta* (B) en dos temperaturas alternadas (20/30 °C: barra blanca punteada y barra blanca; 25/30 °C barra negra punteada y barra negra) con condiciones lumínicas 12/12 horas luz/oscuridad. La línea vertical en cada barra corresponde al error estándar.

3.2 Establecimiento de plántulas

En el sustrato A solo se establecieron el 8 % de plántulas de *S. morototoni*, con un crecimiento promedio de 1,1 (d.e. = 0,7) mm/semana (Figura 2A). En el sustrato B se establecieron el 4 % de las plántulas de *S. morototoni*, con un promedio de crecimiento de 0,5 (d.e. = 0,4) mm/semana (Figura 2A). No hubo una diferencia significativa en el porcentaje de establecimiento de las plántulas de *S. morototoni* entre los sustratos A y B ($p > 0,05$).

Las plántulas de *S. morototoni* se caracterizaron por tener cotiledones fotosintéticos de color verde claro (Figura 3A), hojas primarias simples, aserradas y con puntos translúcidos (Figura 3B). Mientras que, en estado adulto *S. morototoni* tiene hojas compuestas, digitadas con 10 folíolos acuminados, y sin puntos translúcidos. La coloración del tallo de las plántulas cambia de verde a rojizo (Figura 3C).

Además, en algunas plántulas, la testa de la semilla permaneció adherida a los cotiledones, (Figura 3D) y aparentemente interfería en el crecimiento de la plántula. En consecuencia, la testa fue removida manualmente de algunas plántulas.

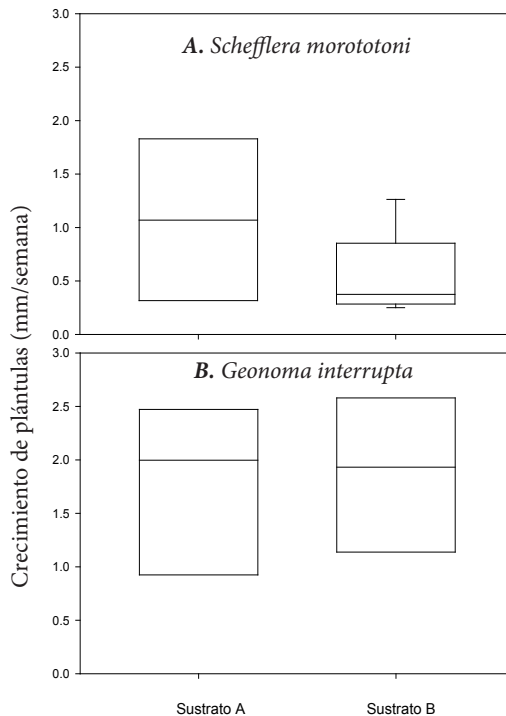


Figura 2. Crecimiento de plántulas (mm/semana) de *Schefflera morototoni* (A) y *Geonoma interrupta* (B) en dos tipos de sustratos (sustrato A: suelo limoso, color negro y sustrato B: suelo arcilloso, color amarillo).

Tamaño de muestra (n): *S. morototoni* = 100, *G. interrupta* = 90.

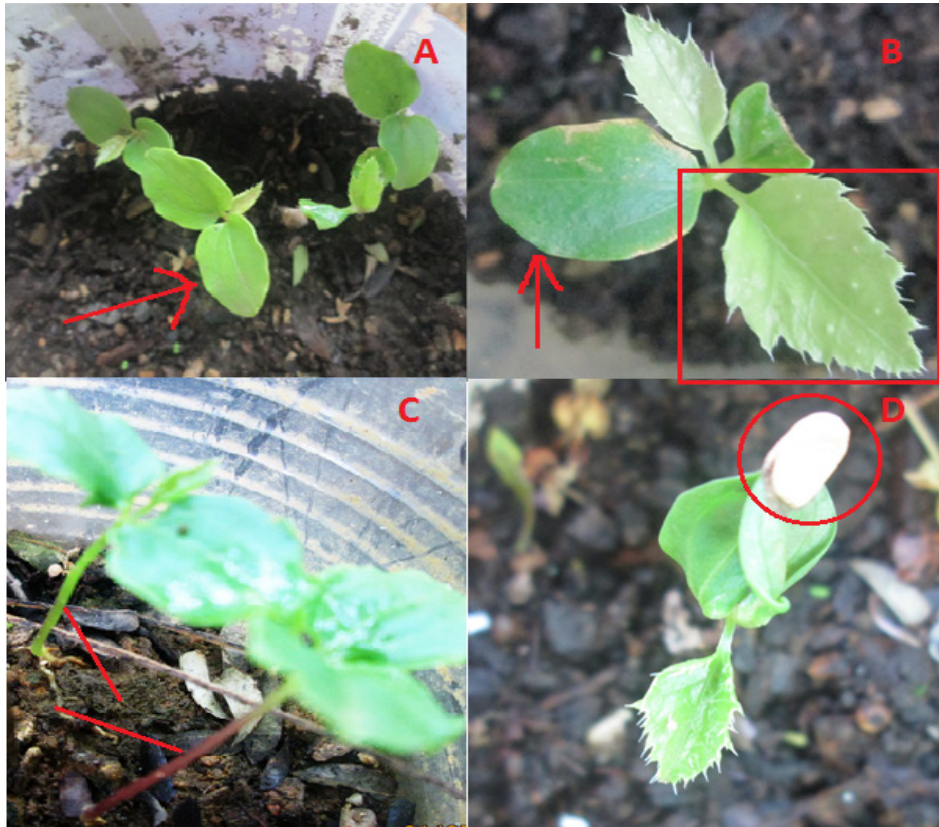


Figura 3. Plántulas de *Schefflera morototoni*. (A): forma y coloración de los cotiledones fotosintéticos (flecha roja); (B): hojas primarias aserradas (recuadrado rojo); (C): cambio de coloración del tallo (línea roja); (D): cotiledones con la testa de la semilla adherida (círculo rojo). Foto: Ruby Estella Lucumí-Banguero.

En *G. interrupta* el establecimiento de plántulas fue más alto en el sustrato A que en el B ($p < 0,05$). En A, el establecimiento de plántulas de *G. interrupta* fue de 64,4 %, con un promedio de crecimiento de las plántulas de 1,8 (d.e. = 0,8) mm/semana (Figura 2B). Cada plántula desarrolló dos hojas de color verde oscuro enrolladas una sobre otra. En el sustrato B se logró el establecimiento de 53,3 % de plántulas, con un promedio de crecimiento de 1,7 (d.e. = 0,9) mm/semana (Figura 2B). Las plántulas tuvieron un promedio de dos hojas, a excepción de cinco plántulas que desarrollaron 4 hojas de color verde claro (Figura 4A). En dos plántulas hubo presencia de herbivoría (Figura 4B). Después de 140 días del trasplante, las semillas todavía estaban adheridas a las plántulas de esta especie (Figura 4C).



Figura 4. Plántulas de *Geonoma interrupta* (A) Diferencia en la coloración de las hojas de plántulas en los sustratos A y B; (B) herbivoría en las hojas de plántulas en el sustrato A; (C) plántulas después de 140 días donde se evidencia la semilla adherida (círculo rojo). Foto: Ruby Estella Lucumi-Banguero.

4 Discusión

Las semillas recién extraídas de frutos maduros tienen una humedad alta tanto en *S. morotoni* (i.e. 32,5 %) como en *G. interrupta* (i.e. 33,8 %). La alta humedad de las semillas (e.g. 36-90 %), se asocia con el comportamiento recalcitrante en el almacenamiento de las semillas, de acuerdo con Hong & Ellis ⁽²¹⁾. Esto sugiere que el comportamiento en el almacenamiento de semillas de estas dos especies puede ser recalcitrante, lo cual debe ser probado con un protocolo B que no fue parte de esta investigación.

En las dos especies estudiadas, se usaron frutos recién cosechados y las semillas recién extraídas. En consecuencia, las semillas tuvieron el acondicionamiento apropiado en el laboratorio, antes de las pruebas, y no estuvieron expuestas a factores que pudieran deteriorarlas. Sin embargo, el porcentaje de germinación de las semillas de *G. interrupta* fue relativamente bajo (i.e. 50-52 %), lo que confirma que esta especie tiene latencia. Por otro lado, la germinación de las semillas de *S. morotoni* se promovió en alto porcentaje (i.e. 77-93 %), lo que muestra una respuesta positiva de las semillas de esta especie a las temperaturas alternadas 25/30 y 20/30 °C, con amplitudes de 5 y 10 °C, respectivamente. Este resultado es similar al reportado por Anastacio *et al.* ⁽²²⁾, quienes encontraron que las semillas de *S. morotoni*, extraídas de frutos verde-rojizos y con pretratamiento de

imbibición en agua, alcanzan una germinación de 62,8 %, entre 40 y 60 días después de la siembra en vermiculita. Sin embargo, en la presente investigación se logró mayor respuesta germinativa con el uso de temperaturas alternadas.

El establecimiento de plántulas de *S. morotoni* fue muy bajo en los dos sustratos probados. Este resultado muestra que las plántulas de esta especie tienen un requerimiento específico que probablemente estuvo ausente en ambos sustratos. Es posible que este requerimiento sea la presencia de hongos específicos para esta especie, formadores de micorrizas, pues Myser *et al.* (23) encontraron que el establecimiento de plántulas de *S. morotoni* tiene una leve respuesta facultativa a las micorrizas. Sin embargo, en la presente investigación no se confirmó la presencia o ausencia de micorrizas en los sustratos usados. Por otra parte, *S. morotoni* tiene cotiledones fotosintéticos, que es una condición que coincide con especies de semillas pequeñas y con pocas reservas (24). De hecho, esta especie se encuentra en áreas abiertas de matorral (12), por lo que el cotiledón fotosintético es una ventaja para el establecimiento de sus plántulas. Sin embargo, el cotiledón fotosintético también puede ser una desventaja, pues hace que la plántula dependa más del sustrato y de la luminosidad, que en *S. morotoni* debe ser intermedia, *i.e.* 50-70 % de sombra, para que su crecimiento sea exitoso.

En contraste, el establecimiento de plántulas de la palma *G. interrupta* fue adecuado en los dos sustratos. Sin embargo, el suelo limoso, color negro, con materia orgánica del sustrato A (Tabla 1), fue más exitoso en el establecimiento de esta especie de palma. Las semillas de esta especie permanecieron adheridas a las plántulas durante todo el estudio. En consecuencia, es posible que la disponibilidad prolongada de las reservas de las semillas que permanecieron adheridas a las plántulas de *G. interrupta* se relacionen con el alto éxito en su establecimiento. Las semillas de *Geonoma* spp. tienen el mesocarpo muy delgado y su propagación es semejante a la del coco, con la plántula conformada por el fruto-semilla adherido a la plántula (25).

5 Conclusiones

Se concluye que las semillas de *G. interrupta* tienen latencia, y las temperaturas alternadas ayudan a promover la germinación de *S. morotoni*. El suelo limoso, color negro y con materia orgánica es el mejor sustrato para el establecimiento y crecimiento de las plántulas de las dos especies estudiadas, ya que en este sustrato fue mayor el establecimiento de plántulas de *G. interrupta* y mayor el crecimiento de plántulas de *S. morotoni*, en comparación con el sustrato arcilloso de color amarillo. Sin embargo, las plántulas de *S. morotoni* tienen requerimientos específicos para su establecimiento que probablemente no estuvieron contenidos en los sustratos estudiados. Las características germinativas y de establecimiento de plántulas determinadas en este estudio para *S. morotoni* y *G. interrupta*, podrán ser usadas en programas de restauración ecológica de bosques.

Agradecimientos. Las autoras agradecen a Rodrigo Bernal por la identificación de la palma *Geonoma interrupta*, a Daniel Jiménez por su ayuda en el laboratorio durante el proceso de germinación, a Dagoberto Sinisterra por su apoyo con el cuidado de las plántulas, y a la Universidad del Valle por facilitar todas las instalaciones utilizadas en esta investigación.

Referencias bibliográficas

1. Pizano C, Cabrera M, García H. Bosque seco tropical en Colombia; generalidades y contexto. En: Pizano C, García H. Editores. El Bosque Seco Tropical en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (AvH). Bogotá, D.C., Colombia. 2014; 36-47.
2. Armenteras D, Gast F, Villareal H. Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the Eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation*. 2002; 113(2): 245-256. Doi: 10.1016/S0006-3207(02)00359-2.
3. Arcila AM, Valderrama C, Chacón P. Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*. 2012; 13(2):86-101.
4. Torres AM, Adarve JB, Cárdenas M, Vargas JA, Londoño V, Rivera K *et al.* Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*. 2012; 13(2):66-85.
5. Henao N, Torres AM, Tafur JC, Guevara L. ¿Existe un efecto de borde sobre la estructura vegetal y el potencial de regeneración en fragmentos de bosque seco tropical? *Biota Colombiana*. 2018; 19(1):3-20. Doi: 10.21068/c2018.v19n01a01.
6. Vieira DL, Scariot A. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for regeneration. *Restoration Ecology*. 2006; 14(1):11-20.
7. Etter A, Villa LA. Andean forests and farming systems in part of the eastern cordillera (Colombia). *Mountain Research and Development*; 2000; 20(3): 236-245. Doi: 10.1659/0276-4741(2000)020[0236:AFAFSI]2.0.CO;2.
8. Kattan GH, editores. La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. En: Guariguata MR, Kattan GH Editores. *Ecología y conservación de Bosques Neotropicales*. Cartago, Costa Rica: Ediciones LUR.2002; 378-431.
9. Khurana E, Singh JS. Ecology of seed and seedling growth for conservation and restoration of tropical dry forest: a review. *Environmental Conservation*. 2001; 28(1):39–52. Doi: 10.1017/S0376892901000042.
10. Vargas-Figueroa JA, Duque-Palacio OL, Torres-González AM. Germinación de semillas de cuatro especies arbóreas del bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*. 2015; 63(1):249-261. Doi: 10.15517/rbt.v63i1.14123.
11. Vargas-Figueroa JA, Torres-González AM. Germination and seed conservation of a pioneer species, *Tecoma stans* (Bignoniaceae), from tropical dry forest of Colombia. *Revista de Biología Tropical*. 2018; 66(2):918-936. Doi: 10.15517/rbt.v66i2.33423.
12. Sardi A, Torres AM, Corredor G. Diversidad florística en un paisaje rural del piedemonte de los Farallones de Cali, Colombia. *Colombia Forestal*. 2018; 21(2):142-160. Doi: 10.14483/2256201X.10866.

13. Ewel JJ, Whitmore JL. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Institute of Tropical Forestry. USDA Forest Service. Research Paper ITF-018.1973; 29. Disponible en: https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/rp/rp_itf018.pdf
14. Galeano G, Bernal R. Palmas de Colombia guía de campo. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Editorial Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 2010; 692.
15. Little EL Jr, Wadsworth FH. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agriculture Handbook No. 249. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Washington, DC. 1964; 548.
16. Parrini R, Raposo MA, del Hoyo J, da Silva A. *Schefflera morototoni* (Araliaceae) como importante recurso alimentar para as aves durante a estação seca na Amazônia central. Cotinga. 2013; 35:3–6.
17. Purificação K, Pascotto MC, Mohr A, Lenza E. Frugivory by birds on *Schefflera morototoni* (Araliaceae) in a Cerrado-Amazon Forest transition area, Eastern Mato Grosso, Brazil. Acta Amazonica. 2015; 45(1): 57-64. Doi: 10.1590/1809-4392201402402.
18. The International Seed Testing Association (ISTA). International Rules for Seed Testing. Bassersdorf, Switzerland. 2019; Chapter 7: 1-6. Doi: 10.15258/istarules.2019.07.
19. Arias AC. Suelos Tropicales. 1 ed. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED); San José, Costa Rica 2001.
20. Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica. 2001; 4(1): 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
21. Hong TD, Ellis RH. A protocol to determine seed storage behaviour. International Plant Genetic Resource Institute. Rome, Italy. Reprinted 1996; 62.
22. Anastácio MR, de Santana D, de Oliveira R, Babata M, de Oliveira CA. Maduração e qualidade física de frutos na germinação dos pirênios de *Schefflera morototoni* (Araliaceae). Ciência Florestal. 2010; 20(3):429-437. Doi: 10.5902/198050982058.
23. Myster RW, Lebron L, Loayza ABP, Zimmerman JK. Mycotrophic strategy of 13 common neotropical trees and shrubs. Journal of Tropical Forest Science. 2013; 25(1):1-8.
24. Dalling JW. Ecología de semillas. Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Ediciones LUR. Costa Rica. 2002; 345-375.
25. Maciel N, Valera R, Sanabria ME, Mendoza A. Caracteres morfológicos diferenciales del fruto, semilla y plántula de seis palmeras en sotobosque nublado del estado Lara, Venezuela. Revista Científica UDO Agrícola. 2012; 12(4): 801-812.

Dirección de las autoras

Angie Lisseth Martínez-Meneses

Departamento de Biología, Universidad del Valle. Cali, Colombia

angie.l.martinez@correounivalle.edu.co

Ruby Estella Lucumi-Banguero

Departamento de Biología, Universidad del Valle. Cali, Colombia

ruby.lucumi@correounivalle.edu.co

Alba Marina Torres-González

Departamento de Biología, Universidad del Valle. Cali, Colombia

alba.torres@correounivalle.edu.co

