



## Germinación y establecimiento de plántulas de *Dioclea guianensis* Benth. (Fabaceae)

### Germination and establishment of seedlings of *Dioclea guianensis* Benth. (Fabaceae)

Luis Eduardo López V\*<sup>1,2</sup>; Diego Jesús Macías<sup>1</sup>; Yenni Paola Samboni C<sup>1,3</sup>

- <sup>1</sup> Grupo de estudios sobre diversidad vegetal SACHAWAIRA, Herbario CAUP, Programa de Biología, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca.
- <sup>2</sup> Doctorado en Etnobiología y Estudios Bioculturales
- <sup>3</sup> Promotora de Desarrollo Sustentable S.A.S

Recibido: Agosto 10 de 2023

Aceptado: Noviembre 18 de 2023

\*Correspondencia del autor: Luis Eduardo López V.

E-mail: lelopez@unicauca.edu.co

<https://doi.org/10.47499/revistaaccb.v1i35.286>

#### Resumen

**Objetivo.** Describir la capacidad de germinación de *Dioclea guianensis*. **Materiales y métodos.** Los frutos fueron colectados en el corregimiento La Depresión del municipio La Sierra – Cauca, donde se adelantan estudios florísticos y de restauración ecológica. Para la descripción morfológica fueron utilizados 50 frutos y 75 semillas, se tomaron medidas morfométricas de largo, ancho y grosor. Las etapas de la germinación se observaron y describieron a partir de la siembra en vivero con cuatro repeticiones de 290 semillas cada una; las observaciones se realizaron cada día y el establecimiento se determinó por la aparición del segundo nomofilo. **Resultados.** Descripción morfológica del fruto y semillas: El fruto de *D. guianensis*, es seco de tipo legumbre oblongo-comprimidas con dehiscencia explosiva. Las semillas son oblongo-elípticas con hilo semicircundante, sin funículo persistente. La germinación es epigea fanerocotilar, el tiempo medio de germinación es de 25 a 40 días y el porcentaje de sobrevivencia de plántulas a la aparición del segundo nomofilo fue del 85%. **Conclusiones.** *D. guianensis* presenta una tasa máxima de germinación del 99.8%, una sobrevivencia del 85% de las plántulas, las cuales, al presentar una germinación fanerocotilar, epigea y recta, con cotiledones carnosos, y desarrollo de los primordios foliares membranosos fotosintéticos les permiten a las plántulas desarrollarse en las primeras semanas con la protección y almacenamiento de los cotiledones, para luego asumir el papel nutricional, los primordios foliares fotosintetizadores.

**Palabras clave:** Fruto, capacidad germinativa, Propagación vegetal, restauración ecológica, semillas. (*Tesaurus ambiental colombiano*)

## Abstract

**Objective.** The germination capacity of *Dioclea guianensis* is being described. **Materials and methods.** The fruits were collected in the La Depresión district of La Sierra municipality, Cauca, where floristic and ecological restoration studies are being conducted. For the morphological description, 50 fruits and 75 seeds were used, and morphometric measurements of length, width, and thickness were taken. The stages of germination were observed and described through nursery sowing with four repetitions of 290 seeds each; observations were made daily and establishment was determined by the appearance of the second leaf. **Results.** Morphological description of the fruit and seeds: The fruit of *D. guianensis* is a dry, oblong-compressed legume with explosive dehiscence. The seeds are oblong-elliptical with a semicircular hilum, without a persistent funicle. Germination in *D. guianensis* is epigeal and phanerocotylar, with an average germination time of 25 to 40 days. The survival rate of seedlings until the appearance of the second leaf was 85%. **Conclusion,** *D. guianensis* exhibits a maximum germination rate of 99.8% and a seedling survival rate of 85%. The seedlings have phanerocotylar, epigeal, and straight germination, with fleshy cotyledons and the development of photosynthetic membranous leaf primordia. This allows the seedlings to develop in the first few weeks with the protection and storage of the cotyledons, and later assume the nutritional role of the photosynthetic leaf primordia.

**Keywords:** Fruit, germination capacity, ecological restoration, plant propagation, seeds.

## Introducción

El género *Dioclea* Kunth, es un grupo importante de la selva tropical de hábito lianescente, leñoso y grueso, con hojas trifolioladas, una inflorescencia pseudoracemosa con nodos leñosos de múltiples flores, un androceo pseudomonadelfo, nectario intraestaminal carnosos; con aproximadamente 50 especies en su circunscripción actual (1). *Dioclea* está incluida en Diocleae, una tribu de leguminosas papilionoides con 14 géneros y aproximadamente 200 especies (2). Junto con otros cuatro géneros pequeños, compone el clado *Dioclea*, un linaje monofilético que incluye los géneros geográficamente restringidos *Cleobulia* Mart. ex Benth. (cuatro especies del Neotrópico), *Cymbosema* Benth. (una especie amazónica y mesoamericana), *Luzonia* Elmer (una especie de Filipinas) y *Macropsychanthus* Harms (2-3 especies de Nueva Guinea e islas vecinas) (2).

*D. guianensis*, conocida localmente como Abrecaminos, Chapalote o Frijolito, es una Trepadora o subarbusto con folíolos lanceolados, ovados a oblongos, con 6 pares de nervios. Inflorescencias hasta 60 cm de largo, con indumento canescente subtomentoso, brácteas angostamente ovadas a trianguladas, pedicelos de 4 mm de largo, flores 2.3 cm de largo, lilas a moradas; quillas oblicuamente oblongas (3). Esta especie se encuentra en el continente americano, en Centro y Sur América. En Colombia se encuentra distribuida desde el nivel del mar hasta los 2000 m (4). En el departamento del Cauca se hallan colecciones en el herbario CAUP para altitudes comprendidas entre 500 y 1000 m y está presente

en los relictos de bosque de la subcuenca media del río Guachicono, en un sitio localizado a los 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm) conocido como hacienda El Limón, corregimiento La Depresión, municipio de La Sierra, Cauca – Colombia.

Son pocos los reportes bibliográficos sobre la especie. El Abrecaminos, además de su valor intrínseco como componente de la biodiversidad, es bioculturalmente importante para el territorio, donde es utilizada en prácticas culturales como planta ritual o ceremonial. En ella reposa la concepción consuetudinaria de atraer la buena fortuna o la buena suerte; además de poseer aptitudes como ornamental, gracias a sus vistosas inflorescencias. Sus hábitos colonizadores de ambientes desprovistos de vegetación, como taludes, potreros, bordes de caminos, carreteras, suelos pobres arenosos y secos, infiere la potencialidad de esta especie para la restauración ecológica en el área y para la recuperación de suelos (5). Además, se ha estudiado la actividad farmacológica de las lectinas de las especies del género *Dioclea* con efecto antimicrobiano, antiinflamatorio, analgésico, antinocicitivo, antidepresivo y vasodilatador (6), recientemente, estudios de revisión de la taxonomía de *Dioclea* y géneros relacionados (Leguminosae, Papilionoideae), con nuevas circunscripciones genéricas (1) y estudios sobre la morfoanatomía del peciolo (7); se encuentran entre las más consultadas para este género y especie.

Las actividades antrópicas extractivistas en el macizo

colombiano han causado la desaparición o fragmentación de sus bosques (8, 9). Sin embargo, los remanentes de bosque persistentes deben ser considerados de importancia prioritaria para la conservación, ya que en ellos se sustenta la biodiversidad de la región (10) y se reconfiguran re-existencias de las comunidades y la construcción del macizo como un territorio hidro social. En Colombia, al igual que otros países, ha aumentado el interés por el uso de especies nativas para proyectos de restauración (11, 12). No obstante, los estudios sobre el proceso germinativo, descripción e ilustración morfológica de semillas y plántulas en especies tropicales, especialmente en especies comunes no maderables como las lianas, es escaso, siendo estas características esenciales para el conocimiento biológico de las fases de desarrollo de especies, el reconocimiento de especies en estadios juveniles (13), su propagación (14), desarrollo de programas de conservación (15) y el manejo de áreas disturbadas con especies nativas (16).

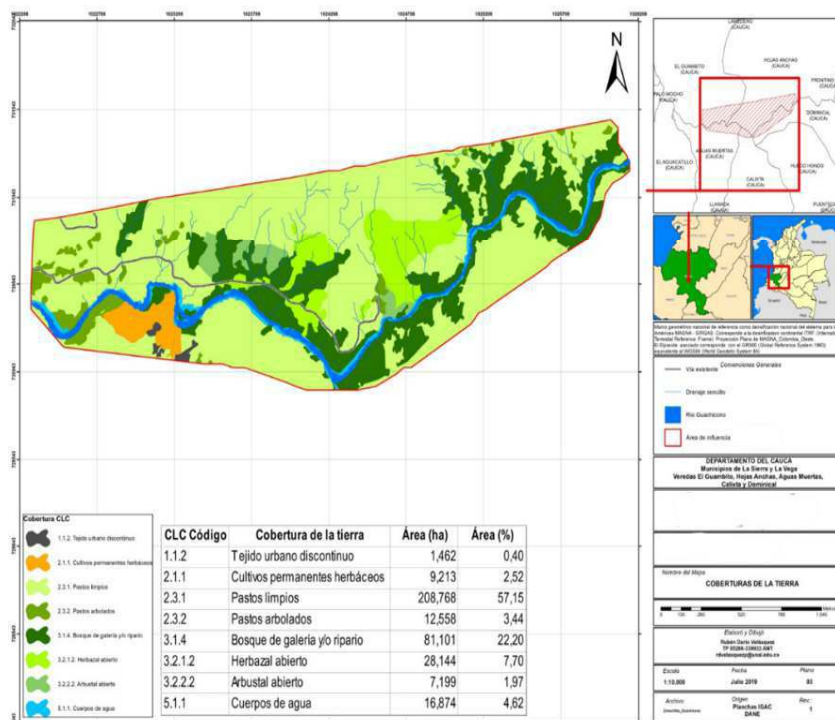
Por lo anterior, el trabajo tiene como objetivo estudiar la germinación de las semillas de *D. guianensis*, algunas fases de desarrollo de las plántulas y su establecimiento en el municipio de la Sierra, departamento del Cauca. Igualmente se describen macro morfológicamente el fruto, semilla, plántulas y la capacidad de germinación de la especie. El seguimiento se llevó a cabo hasta la

aparición del segundo nomófilo considerando el establecimiento de las plántulas por esta condición.

## Materiales y métodos

### Colecta de material carpológico

**Área de estudio.** Los frutos y semillas se colectaron en abril de 2023, sobre el flanco occidental de la Cordillera Central, subcuena media del río Guachicón, en un sitio localizado a 1000 msnm, conocido como hacienda El Limón, corregimiento La Depresión, municipio de La Sierra, en límites con los municipios de La Vega y El Bordo (Patía), a una distancia aproximada de 65 kilómetros de la ciudad de Popayán, en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) (17). Los frutos se colectaron directamente de 37 individuos de la especie, localizadas al interior de relictos boscosos, sobre las márgenes del río y en zonas que en años anteriores (aproximadamente 4 años) sirvieron de potreros para la ganadería (**Figura 1**). El criterio de obtención de frutos era que se encontraran en proceso de dehiscencia (18). Este material fue transportado en bolsas plásticas selladas hasta el laboratorio de Biología de la Universidad del Cauca para la extracción de semillas, su conteo, medición, procesamiento y obtención del lote de semillas para la observación de la germinación. Se colectó una muestra testigo de la planta fértil y se depositó en la colección del herbario CAUP, bajo la numeración L. López 300.



**Figura 1.** Área de estudio donde se llevó a cabo la recolección de frutos y semillas de *D. guianensis*. Fuente: Elaboración propia 2023.

### Descripción morfológica del fruto y semilla

Fueron seleccionados 15 frutos y 50 semillas. En frutos se describe: tipo de fruto, color, tamaño (largo, ancho y grosor), textura, placentación, dehiscencia y número de semillas por fruto (18). En semillas las características observadas fueron: tamaño (largo, ancho y grosor), color, textura, hilo, rafe, micrópilo, siguiendo la terminología y morfología utilizada por Barroso (19).

**Germinación.** Se llevó a cabo en vivero abierto (condiciones naturales) durante los meses de mayo y junio de 2023, con cuatro repeticiones en germinadores plásticos para un total de 290 semillas por repetición con riego diario. Las semillas no tuvieron ningún tratamiento pregerminativo. Para esta prueba fueron seleccionadas semillas de tamaño homogéneo y en condiciones fitosanitarias óptimas (20). Se consideró la semilla germinada, cuando emergió la radícula > 1mm (21).

El conteo de semillas germinadas se realizó diariamente durante 60 días. Se analizó la capacidad germinativa (porcentaje final de semillas germinadas), con la ecuación propuesta por Sampayo-Maldonado y colaboradores. (22).

$$G (\%) = n/N * 100$$

Dónde: n, número de semillas germinadas; N, número total de semillas por unidad experimental.

La capacidad germinativa permite identificar la tasa máxima de germinación, (porcentaje de semillas germinadas a lo largo del tiempo, se observa la uniformidad de los datos y el pico de germinación) y el tiempo de inicio (tiempo necesario para el inicio de la germinación, rompimiento de la latencia).

La velocidad de germinación, número de semillas germinadas con respecto al tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla fue

evaluada mediante conteos diarios a partir del momento que emergió la radícula hasta que se obtuvo un número constante de semillas germinadas. Esta variable se calculó con base a la expresión propuesta por Calzada-López et al. (23).

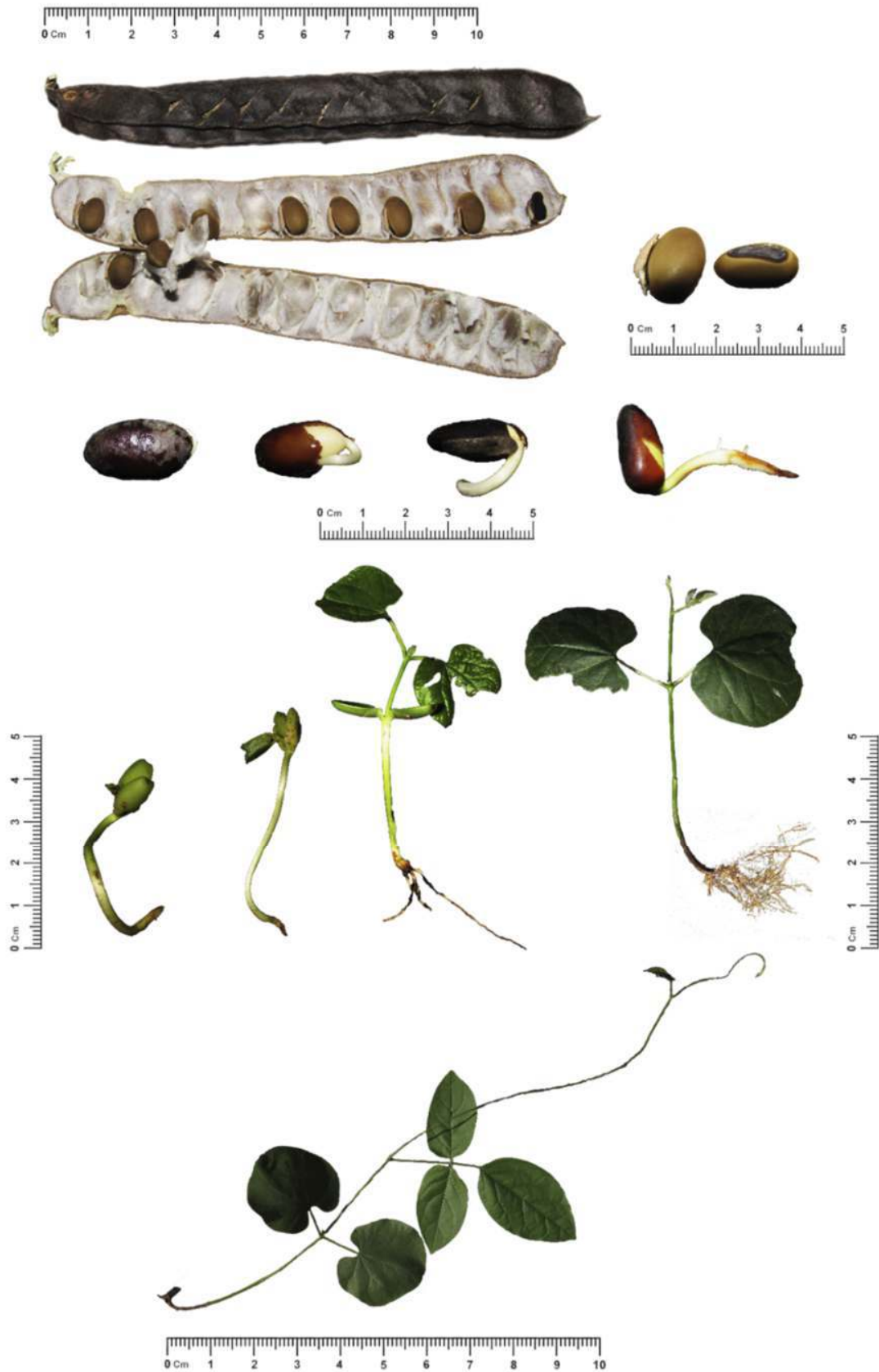
$$VG = G_1 / N_1 + G_2 / N_2 + \dots + G_i / N_i + \dots + G_n / N_n \\ = \sum_{x=i}^n G_i / N_i$$

Dónde: VG, velocidad de germinación; Gi, número de semillas germinadas en el tiempo i; Ni, tiempo i (días) después de la siembra.

El establecimiento, se determinó a partir del cálculo de la sobrevivencia de las plántulas hasta la aparición del segundo nomófilo; en este sentido se tuvo en cuenta el número de semillas sembradas entre el número total de plántulas con desarrollo óptimo del segundo nomófilo.

### Resultados

Los frutos de *D. guianensis* son secos, de tipo Legumbre, comprimidas (aplanadas), oblongas, dehiscentes, de 10 a 18.6 cm de largo, 1 a 2.7 cm de ancho y 0.4 a 1.16 cm de grosor. Originada de un ovario supero unilocular, con placentación marginal, con línea de dehiscencia en la unión de los bordes del carpelo y en la región dorsal sobre la nervadura media, formando dos valvas coriáceas, con dehiscencia elástica o explosiva, finamente tricomas, de color marrón oscuro en la madurez, verdes en estado inmaduro y con 7 a 11 semillas por fruto. De color blanquecino algodonoso en la superficie interior de las valvas, donde se observan septos transversales entre las semillas. Las semillas son aplanadas, duras, elíptico-oblongas, de 12 a 17.8 mm de largo, 8 a 11.2 mm de ancho y de 4 a 7.9 mm de grosor. De color Café-rojizas, hilo oblongo linear de color negro lustroso semicircundante rodeando un medio de la testa, funículo de color blanquecino, esponjoso, no persistente. Testa totalmente lisa, sin ningún tipo de ornamentación (Figura 2).



**Figura 2.** Fruto, semilla y desarrollo germinativo de *Dioclea guianensis*. Fuente: Elaboración propia 2023.



### Germinación

La capacidad germinativa de *D. guianensis* fue del 99.8% (Figura 3), siendo esta la tasa máxima de germinación de la especie, donde la uniformidad de los datos que demuestra el tiempo medio para la germinación estuvo entre los 25 y 40 días y el tiempo de inicio de la germinación ocurrió a los 7 días de sembradas las semillas. La emergencia radicular se da a través del hilo, inicialmente blanquizca, se torna amarillenta hacia la región apical. El desarrollo del hipocótilo sucede después de 3 días de emergida la radícula y luce coloración verdosa con matices blanquecinos; la elongación de este se da de manera uniforme, hasta el día 56, donde aparece en la totalidad de semillas germinadas (Figura 3).

La germinación de *D. guianensis*, es epigea, fanerocotilar y recta (Figura 3), 5 días después de desarrollado el hipocótilo, este mide entre 2.3 a 5 cm de largo y de 2 a 5 mm de diámetro, terete, elevando los cotiledones por encima del suelo. La raíz es axonomorfa, en promedio de 2.3 a .5.2 cm de largo al décimo día de su

emergencia; de color café claro, con raíces secundarias que se desprenden del cuello y a lo largo del eje de la raíz principal, con una longitud de 1 a 3 cm, de color marrón claro. Los cotiledones son carnosos, opuestos, isocotilos, elíptico – oblongos, de color verde claro, los cuales aparecen después del noveno día de la siembra de las semillas. Epicotilo terete, glabrescente el cual se elonga hacia el día 20 con aparición de los primordios foliares el día 22. Los primordios foliares son opuestos, reniformes, de consistencia membranosa, de color verde oscuro hacia el haz y más claro hacia el envés; con cuatro venas principales originadas de la inserción de la lámina al peciolo, de 2.5 a 3.1 cm de ancho y de 1.5 a 2.3 cm de largo. La aparición de los nomófilos se dio al día 36 después de la siembra de las semillas (Figura 4). Los nomófilos son alternos, trifoliolados, de 6 a 11 cm de largo y 3 a 8 cm de ancho; foliolos verdes, lanceolados, elípticos a ovalados, de margen entero, ápice agudo, base redondeada a obtusa, nerviación foliar camptódroma, densamente pilosos; peciolos de 3.2 a 7.3 cm de largo.

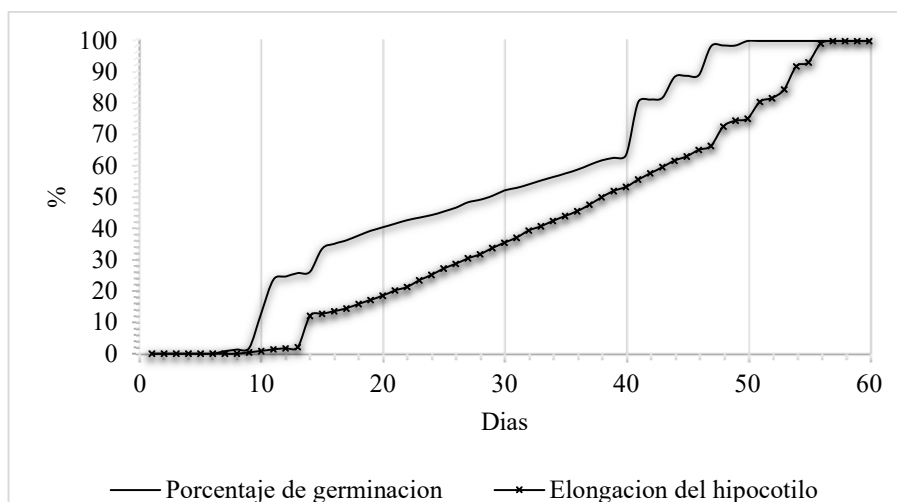


Figura 3. Capacidad germinativa acumulada de *Dioclea guianensis* y elongación del hipocótilo.

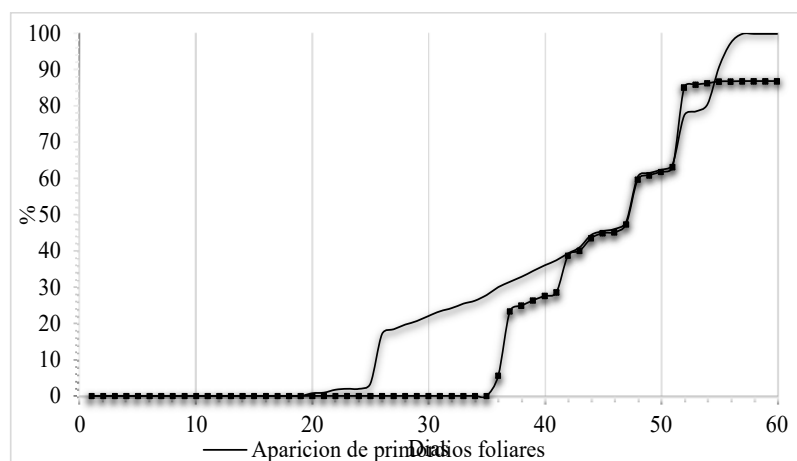
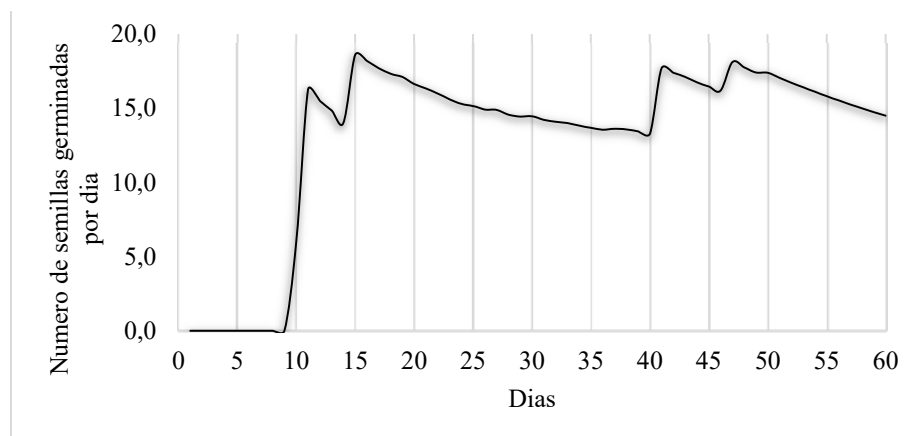


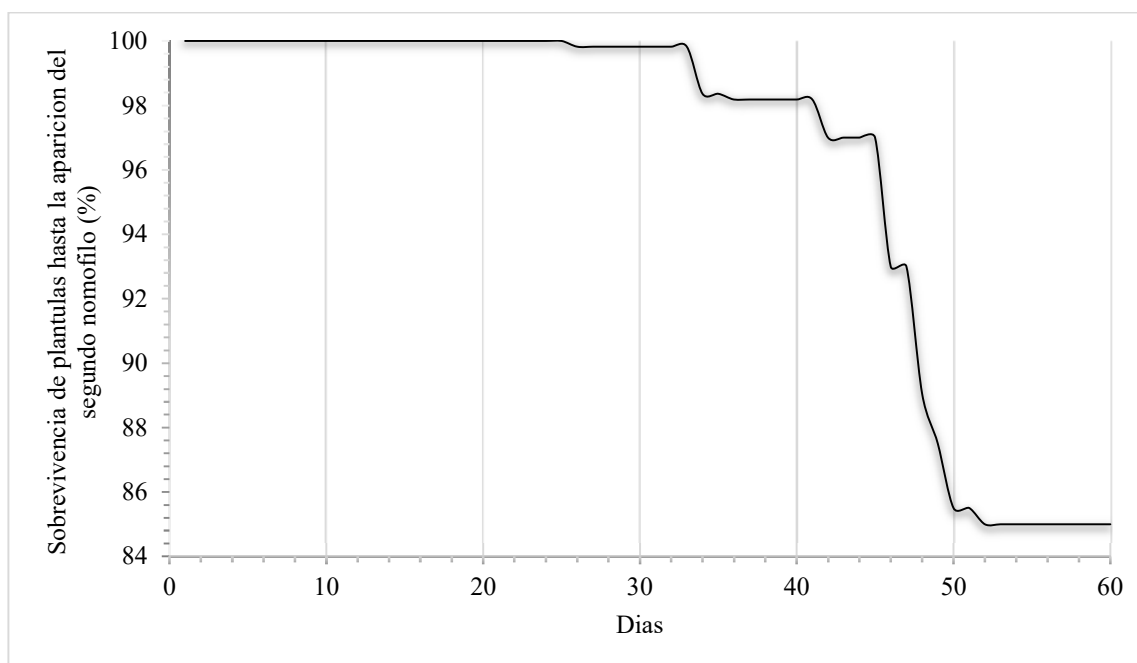
Figura 4. Aparición de primordios foliares y de nomófilos en *Dioclea guianensis*.

La mayor velocidad de germinación fue de 18.6 semillas germinadas/día en el día 15, donde se presentó el mayor número de semillas germinadas, seguido de los días comprendidos entre los días 40 y 50, para después descender la velocidad de germinación de las semillas hasta el día 60 de observación (**Figura 5**). En general la velocidad germinativa de *D. guianensis*, se mantuvo a lo largo de las observaciones entre 6 y 19 semillas germinadas/día.



**Figura 5.** Velocidad de germinación de *Dioclea guianensis*.

El establecimiento de las plántulas se determinó por la sobrevivencia de los individuos una vez aparece el segundo nomófilo. La sobrevivencia se consideró al 100% una vez se inició con la siembra de las semillas, a partir de ahí, se logró observar una disminución de la sobrevivencia hacia los días 33 y 35 con un 98% de las plántulas vivas. Para los días 40 y 47, se presentó una disminución en un 5% de la sobrevivencia de las plántulas, alcanzando el 93%. Finalmente, desde el día 47 al día 53 se presentó la mayor reducción en la sobrevivencia, alcanzando el 85%; este porcentaje se mantuvo hasta el día 60, donde la totalidad de las plántulas presentaron el segundo nomófilo y contaban con buenas condiciones fitosanitarias (**Figura 6**). Las plántulas que no se establecieron mostraron marchites, falta de vigorosidad y condiciones fisiológicas desfavorables que no permitieron su establecimiento.



**Figura 6.** Sobrevivencia de plántulas de *D. guianensis*, hasta la aparición del segundo nomófilo

## Discusión

La forma oblonga, comprimida del fruto y la forma de las semillas son caracteres compartidos en el género *Dioclea* especialmente el hilo linear y semicircundante (24,25). Estos caracteres han sido clave para los avances en la taxonomía del grupo de la tribu *Diocleae*, con la descripción de cuatro nuevas especies de *Dioclea* (26), una nueva especie de *Canavalia* (27) y la inclusión de 13 de las especies de *Dioclea* en el género *Macropsyчанthus* (1). El género *Oxyrhynchus* es filogenéticamente muy cercano a *Dioclea*; sin embargo, difieren en aspectos morfológicos de sus semillas, como por ejemplo la coloración. Según Delgado (28), en *Dioclea* las semillas son de tonalidades blanquecinas a pardas, mientras que *Oxyrhynchus* presenta semillas negras.

La fase inicial de la germinación de *D. guianensis* sin tratamientos pregerminativos es elevada y rápida respecto al tiempo de germinación; caso contrario a la necesidad mencionada por varios autores de la familia Leguminosae a tratamientos pregerminativos para obtener una germinación rápida y homogénea (29-31). La germinación elevada de esta especie se puede deber a la siembra directa y a la recolección de las semillas en el momento de mayor madurez, que fue determinada por la dehiscencia del fruto, lo que les permite rápidamente a las semillas superar la dormancia, evitando el endurecimiento de la testa de las semillas por la exposición prolongada a condiciones desfavorables que incrementan la impermeabilidad en los tegumentos de la semilla, logrando de este modo una rápida absorción de agua, rompiendo el tegumento en la región basal de la semilla, cerca de la región del hilo e iniciando el desarrollo de la germinación.

La germinación epigea, fanerocotilar y recta de *D. guianensis*, eleva por encima del suelo a los cotiledones y la yema apical gracias a la elongación del hipocótilo. Este tipo de germinación se relaciona con especies de estadios sucesionales tempranos de la vegetación (32), dando como resultado plántulas con cotiledones expuestos y fotosintetizadores a diferencia de plántulas de especies de estadios sucesionales avanzados o climácicos, las cuales presentan semillas hipogeas priorizando el almacenamiento de recursos para la germinación (33). *D. guianensis*, presenta un estado intermedio en cuanto a las características anteriormente mencionadas, si bien la germinación es fanerocotilar, epigea y recta, esta presenta cotiledones carnosos, mientras que, el desarrollo de los primordios foliares hacia el día 22 tienen una

consistencia membranosa y claramente fotosintéticos; permitiéndoles a las plántulas desarrollarse en las primeras tres semanas con la protección y almacenamiento de los cotiledones, para luego asumir el papel nutricional, los primordios foliares fotosintetizadores.

Finalmente, los estudios morfológicos del desarrollo de las plántulas en sus etapas tempranas, permiten el reconocimiento de estructuras transitorias o primitivas que tienden a desaparecer a medida que se desarrollan (34) los que pueden ser valiosos a nivel sistemático, filogenético, para su reconocimiento en campo y en estudios de regeneración (35-37). En *D. guianensis*, es evidente la germinación epigea fanerocotilar, epigea, con cotiledones carnosos, primordios foliares fotosintéticos reniformes, la forma, consistencia y color de primordios foliares distintos a los nomofilos, trifoliados y densamente pilosos. Los caracteres anteriores pueden confrontarse con otras especies del género y evaluar su valor taxonómico para separar especies análogas. Los resultados de establecimiento de las plántulas de *D. guianensis* señalan que al día de 60 de sembradas las semillas, se cuenta con un 85% de sobrevivencia de los individuos que presentaron la aparición de un segundo nomofilo y una altura superior a los 30 cm, lo que indica según Zamora y colaboradores (38) que se ha superado el periodo crítico de establecimiento; dato que resulta alentador para los procesos de restauración de zonas degradadas en el departamento del Cauca, aunado al alto porcentaje de germinación que presenta la especie.

## Conclusiones

*D. guianensis* presenta una tasa máxima de germinación del 99.8% de tipo epigea, fanerocotilar y recta, con un tiempo medio para la germinación entre 25 y 40 días e inicio de la germinación a los siete días de sembradas las semillas.

*D. guianensis* presentó una sobrevivencia del 85% de las plántulas, la cual estuvo determinada por la aparición del segundo nomofilo y buena condición fitosanitaria

*D. guianensis*, al presentar una germinación fanerocotilar, epigea y recta, con cotiledones carnosos, y desarrollo de los primordios foliares membranosos fotosintéticos, les permite a las plántulas desarrollarse en las primeras semanas con la protección y almacenamiento de los cotiledones, para luego asumir el papel nutricional, los primordios foliares fotosintetizadores.



### Agradecimientos

A la comunidad del valle seco del río Guachicón, por recibirnos y acompañarnos en los recorridos exploratorios de sus espacios de vida. Al departamento de Biología de la Universidad del Cauca por el préstamo de equipos y materiales.

**Conflicto de intereses y financiación.** Los autores expresan que no existen conflictos de intereses. Este proyecto fue financiado por Promotora de Desarrollo Sustentable S.A.S, en marco de su programa de responsabilidad socioambiental empresarial.

---

### Referencias

1. Queiroz, L.P. & Snak C. (2020). Revisiting the taxonomy of *Dioclea* and related genera (Leguminosae, Papilionoideae), with new generic circumscriptions. *PhytoKeys*. 164: 67-114. doi: 10.3897/phytokeys.164.55441.
2. Queiroz LP, Pastore JFB, Cardoso D, Snak C, de Lima AL, Gagnon E, Vatanparast M. (2015) A multilocus phylogenetic analysis reveals the monophyly of a recircumscribed papilionoid legume tribe Diocleae with well-supported generic relationships. *Mol. Phylogenet. Evol.* 90: 1-19. DOI: 10.1016/j.ympev.2015.04.016
3. WFO (2022): *Dioclea guianensis* Benth. Published on the Internet; <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000170537>.
4. POWO (2022). "Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://www.plantsoftheworldonline.org/>
5. García-Barriga, H., & Forero, E. (1968). Catálogo ilustrado de las plantas de Cundinamarca. Las leguminosas: Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Papilionaceae. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
6. Araújo-Filho, IM. Vasconcelos, Aparecida S. Martins-Miranda, Darcy M. F. Gondim, and José T. A. Oliveira (2010). *J. Agric. Food Chem.* 58 (7), 4090-4096. <https://doi.org/10.1021/jf903254b>
7. Vélez Escobar, M. C. (2009). Aspectos anatómicos de peciolo de cinco especies del género *Canavalia* de Colombia, *Dioclea Guianensis* y *Mucuna Pruriens* (fabaceae, faboideae). *Revista de Ciencias*, 13, 11+. <https://link.gale.com/apps/doc/A237943362/IFME?u=anon~f3f03b9e&sid=googleScholar&xid=d484be3f>
8. Camero RE, Chamorro BC. (2021). Artropofauna asociada a suelos de bosques altoandinos del Macizo Colombiano. *Entomotropica*, 36: 16-26.
9. Jiménez I., y Rincón L. 2020. las antípodas de la gobernanza ambiental en el territorio campesino agroalimentario del Macizo colombiano. *RIAA Vol. 11 (3)*, 65-85. 2145-6453.
10. Macías Orozco. 2020. Producir Cuidando la Naturaleza: el Marco Cognitivo Agroambiental del Comité de Integración del Macizo Colombiano. Popayán: Corporación Universitaria Autónoma del Cauca y Corporación Universitaria Comfacauca. Sello Editorial Uniautónoma [186] p.
11. Gómez Hermoso, Z., Ruiz Ruiz, S. P., & Blanco Miranda, P. I. (2022). Incidencia del saber ecológico para la restauración de la quebrada palo bobo desde la mirada de prácticas pedagógicas ambientales en el municipio de Patía, Cauca. *Ciencia Latina*, 6(3), 806-825. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i3.2260](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2260)
12. Rodríguez González, I. C. (2022). Investigación de restauración ecológica en bosques Andinos Colombianos: un análisis bibliométrico y vacíos de información. *Actualidades Biológicas*, 44(117), 1-18. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v44n117a02>

13. Osca Lluch, J. M. (2019). Guía para el reconocimiento de plántulas de malas hierbas. Editorial Universitat Politècnica de València.
14. Martínez-Calderón, VM, Sosa-Ramírez, J., Torres-González, JA., Mendieta-Vázquez, AG. & Sandoval-Ortega, MH. (2020). Propagación de *Forestiera phillyreoides*: una especie potencial para la restauración en el Centro-Norte de México. *Madera y bosques*, 26(2), e2622052. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2622052>
15. Fernández-Sánchez, L., Mancipe-Murillo, C., & Calderón-Hernández, M. (2020). Evaluación de dos métodos de propagación para la conservación ex situ de tres melastomatáceas altoandinas. *Caldasia*, 42(1), 129-141.
16. Ruano Guel, M. J., & Benavides Acosta, E. D. (2018). Evaluación de tasas de germinación, supervivencia y desarrollo de cuatro especies nativas altoandinas en vivero y en un área degradada en la provincia Carchi (Bachelor's thesis).
17. Polindara Moncayo, Y. W., & Sanabria Diago, O. L. (2022). Plants and conservation practices of traditional medicine in the southeast of El Tambo, Cauca, Colombia. *Botanical Sciences*, 100(4), 935-959.
18. López, L. E. y D. J. Macías Pinto. (2017). Frutos, semillas, germinación y desarrollo de plántulas de *Amphilophium paniculatum* (L.) Kunth. (Bignoniaceae). *Colombia Forestal* 20(1): 45-54. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.1.a04>
19. Barroso. G.M., Morim, M.P., Peixoto, A.L., & Ichaso C.L.F. (1999). Frutos e sementes. Morfología aplicada a sistemática de dicotiledóneas. Mato Grosso: Universidade federale de Vicos. 443 p.
20. Salazar, S. A., & Botello Delgado, E. A. (2018). Viabilidad de semillas de *glycine max* (L.) Utilizando la prueba de tetrazolio. *RIAA*, 9(2), 89-98. <https://doi.org/10.22490/21456453.2270>
21. Flechas-Bejarano, N., & Medina-Rivera, R. (2021). Efecto del almacenamiento en la viabilidad, germinación y vigor de semillas de *Coffea arabica* L. *Revista Cenicafé*, 72(2), e72206. <https://doi.org/10.38141/10778/72206>
22. Sampayo-Maldonado, S., Castillo-Martínez, C. R., Jiménez-Casas, M., Sánchez-Monsalvo, V., Jasso-Mata, J. and LópezUpton, J. (2017). Germinación in vitro de semillas de *Cedrela odorata* L. de genotipos extintos. *Agroproductividad*, 10(8): 53-58.
23. Calzada-López, S. G., Kohashi-Shibata, J., Uscanga-Mortera, E., García-Esteva A. and Yáñez-Jiménez, P. (2014). Cardinal temperatures and germination rate in husk tomato cultivars. *INIFAP*, 8:14511458. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5nspe8/2007-0934-remexca-5-spe8-1451-en.pdf>
24. Córdula, E., Morim, M. P., & Alves, M. (2014). Morfologia de frutos e sementes de Fabaceae ocorrentes em uma área prioritária para a conservação da Caatinga em Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia*, 65, 505-516.
25. Matos, Á. B., Artilés, G. R., & Valdés, L. H. (2004). Sinopsis preliminar de los géneros *Herpyza* C. Wright y *Dioclea* K. Kunth (Leguminosae-Papilionoideae) en Cuba. *ACCEFYN*, 28(108), 313-323.
26. Maxwell, R.H. (2011). New species and notes in the genus *Dioclea* s.l. (Fabaceae, subtribe Diocleinae). *Novon*. 21: 226-243. <https://doi.org/10.2307/23018473>.
27. Snak, C., Aymard G. A., Queiroz, L. P. (2018). A new species of *Canavalia* (Leguminosae, Papilionoideae) subgenus *Wenderothia* from the Colombian and Venezuelan Llanos. *Brittonia*. 70 (2): 233-240. <https://doi.org/10.1007/s12228-017-9512-2>
28. Delgado-Salinas, A. (2010). A new combination in the genus *Oxyrhynchus* (Leguminosae: Phaseolinae). *Brittonia*, 62(3), 239-242.

29. Pece, M. G.; M. M. Acosta and M. T. Sobrero. 2013. Influencia de la temperatura y la luz sobre la germinación de *Cercidium praecox* (Ruiz and Pav. ex Hook.) Harms subsp. *praecox*. RFV. 57(1):29-35.
30. Campos, C. M. and S. Velez. 2015. Almacenadores y frugívoros oportunistas: el papel de los mamíferos en la dispersión del algarrobo (*Prosopis flexuosa* DC) en el desierto del Monte, Argentina. ECOSISTEMAS 24(3):28-34.
31. Paredes, D. A., Paredes, D. A., Rodriguez Araujo, M. E., Rodriguez Araujo, M. E., & Pérez, D. R. (2018). Germination of three Fabaceae species of interest for ecological restoration in the Southern Monte, Patagonia, Argentina. Quebracho (Santiago del Estero), 26(2), 68-78
32. Soares, I. D., Nogueira, A. C., Grabias, J., & Kuniyoshi, Y. S. (2017). Caracterização morfológica de fruto, semente e plântula de *Psidium rufum* DC.(Myrtaceae). ISB., 72(2), 221-227.
33. Ressel, K., Guilherme, F. A., Schiavini, I., & Oliveira, P. E. (2004). Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. Braz J Biol., 27, 311-323.
34. Freitas, T. A. S. de, Ribeiro, T. B., Oliveira, M. F., Souza, L. S., & Quintela, M. P. (2019). Morfologia de frutos, sementes e plântulas, e aspectos de germinação de *Adenantha pavonina* L. (Leguminosae). Revista Vértices, 21(2), 233-248. <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v21n22019p233-248>
35. Zevallos Pollito, P. A., & Flores Bendezú, Y. (2003). Caracterización morfológica de plântulas de "uña de gato" *Uncaria tomentosa* (willdernow ex roemer & schultes) de Y u. Guianensis (aublet) gmelin del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt. Ecología Aplicada, 2(1), 41-46.
36. Pinilla, L. C. S. (2019). Reconocimiento fenotípico de plântulas de malezas comunes en Panamá. RIA., 2(1), 63-72.
37. Cáceres, D. A. (2011). Clave de reconocimiento de treinta especies forestales de la provincia de Formosa en el estado de plântula. Yvyrareta: YVYRARETA. Eldorado (Misiones): UNaM. FCF; (18), pp. 31-38.
38. Zamora, L.F., Ochoa, S., Vargas, G., Castellanos, J., & H.J. De Jong, B. (2010). Germinación de semillas y clave para la identificación de plântulas de seis especies arbóreas nativas de humedales del sureste de México. Rev. Biol. Trop., 58(2), 717-732.