

**Propagación por semilla de *Plumeria sericifolia* (Apocynaceae), especie endémica de Cuba con potencial para la jardinería**Propagation by seed of *Plumeria sericifolia* (Apocynaceae),
a species endemic to Cuba with potential for gardening^{id}Mayté Pernús Alvarez*, ^{id}Jorge A. Sánchez, ^{id}Yilian Dupuj**RESUMEN***Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), La Habana, Cuba.***Correspondencia:
mayte.pernus@gmail.com**Recibido: 05 de julio de 2023**Aceptado: 28 de septiembre de 2023***Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.**CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES:****MPA:** conceptualización, metodología, análisis formal, investigación, redacción del borrador original. **JAS:** conceptualización, redacción del borrador original.**YD:** validación, investigación. Todos los autores participaron en la revisión y edición final del documento.*Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons*<https://cu-id.com/2402/v222e07>

Plumeria sericifolia es una especie endémica de Cuba cuya distribución está restringida al occidente de la isla. No se sabe con precisión las formaciones vegetales que habita, aunque se conoce de su presencia sobre serpentina y en matorrales xeromorfos costeros y subcosteros. Su categoría de conservación aún no está definida porque los datos son deficientes. Tampoco se conoce nada sobre la viabilidad de sus semillas, características morfofisiológicas, ni existe estudio previo de germinación. El objetivo de este trabajo fue determinar rasgos seminales de *P. sericifolia* que permitan ampliar el conocimiento actual sobre la biología de la especie y contribuyan a su propagación con fines ornamentales, al mismo tiempo que sirvan de base para estudios futuros y programas de manejo y/o conservación. La germinación fue evaluada a temperatura fija de 25°C en una incubadora sin luz. Las semillas presentaron 7.68% de humedad promedio, embriones invertidos desarrollados y más del 50% de la biomasa destinada a reservas. Conforme a datos biométricos las semillas son tolerantes a la deshidratación, lo que alargaría su supervivencia en condiciones naturales y permite que puedan ser almacenadas *ex situ*. Las semillas resultaron altamente viables y sin dormancia, lo que facilitaría la regeneración natural de la especie en el campo y la obtención de plántulas en vivero. En el futuro se deberá profundizar en estudios sobre conducta de almacenamiento y germinación bajo diferentes rangos de temperatura y de iluminación. También se recomiendan experimentos de germinación bajo estrés hídrico y salinidad, factores que experimenta la especie en condiciones naturales.

Palabras clave: conducta de almacenamiento, germinación, horticultura, matorral xeromorfo costero**ABSTRACT**

Plumeria sericifolia is a species endemic to Cuba whose distribution is restricted to the west of the island. The plant formations it inhabits are not known precisely, although its presence is known on serpentine and in coastal and subcoastal xeromorphic scrublands. Its conservation category is not yet defined because the data are poor. Nothing is known about the viability of its seeds, morphophysiological characteristics, nor is there a previous germination study. The objective of this work was to determine seminal traits of *P. sericifolia* that allowed us to expand current knowledge about the biology of the species and contribute to its propagation with ornamental fines, while at the same time serving as a basis for future studies and management and/or conservation programs. Germination was evaluated at a fixed temperature of 25°C in an incubator without light. The seeds presented 7.68% average humidity, developed inverted embryos and more than 50% of the biomass destined for reserves. According to biometric data the seeds of the species are tolerant to dehydration, which would lengthen their survival in natural conditions and allow them to be stored *ex situ*. The seeds were highly viable and without dormancy, which would facilitate the natural regeneration of the species in the field and the obtaining of seedlings in the nursery. In the futures, further studies on storage behavior and germination under different temperature and lighting ranges should be carried out. Germination experiments under water stress and salinity are also recommended, factors that the species experiences under natural conditions.

Keywords: coastal xeromorphic scrub, germination, horticulture, storage behavior

INTRODUCCIÓN

Plumeria sericifolia C. Wright ex Griseb. se reconoce como una especie endémica de Cuba, cuya distribución está restringida al occidente de la isla (Tiernan 2021; Greuter y Rankin, 2022). Puede presentar porte arbóreo, aunque su altura máxima es desconocida (Torres-Roche y Oviedo, 2022). Debido a conflictos taxonómicos que aún deben ser aclarados, como en muchas especies del género (Tiernan 2021; Tiernan *et al.*, 2023), tampoco se sabe con precisión las formaciones vegetales en las que habita (Torres-Roche y Oviedo, 2022). No obstante, se conoce de su presencia en áreas del cuabal (serpentina) de Cajalbana, en Pinar del Río y que se extiende a lo largo de la costa norte de las provincias de Pinar del Río, Artemisa, La Habana y Mayabeque (Tiernan 2021). Recientemente fue identificada en el matorral xeromorfo costero y subcostero de Punta Guanós, Matanzas (Rosa *et al.*, 2023). Su categoría de conservación tampoco está definida, ya que no existen datos suficientes para evaluarla (Torres-Roche y Oviedo, 2022).

De acuerdo con Greuter y Rankin (2023), los usos que se le atribuyen a *P. sericifolia* son agroforestería, etno-medicinal y ornamental. En general, las plumerias son plantas de gran atractivo ornamental, fáciles de reproducir y cultivar que deberían ser más utilizadas en el paisajismo urbano de sus lugares de origen, tal como ocurre en países donde han sido introducidas por su colorido, fragancia, adaptación a espacios reducidos y tolerancia a la sequía (xeropaisajismo) (Maciel y Mendoza, 2007). El uso de especies nativas como ornamentales cada vez toma más valor a nivel internacional. Entre las ventajas se encuentran un costo mínimo de mantenimiento, por su adaptación a las condiciones ambientales locales y resistencia a plagas; también constituye una manera de conservar la flora nativa y al mismo tiempo componentes de la fauna (Reyes *et al.*, 2021; Facciuto y Pérez de la Torre, 2021). La principal limitante está en la domesticación de las mismas, o dicho de otra manera, en el conocimiento de adecuados protocolos de propagación (Facciuto y Pérez de la Torre, 2021).

El conocimiento de los mecanismos de regeneración de las plantas nativas de Cuba es muy escaso, en particular para los endemismos (Sánchez *et al.*, 2019). *Plumeria sericifolia* es una de las tantas especies cubanas de las que no se conoce nada sobre la viabilidad de sus semillas, características morfofisiológicas, ni

existe estudio previo de germinación. En este sentido, la comprensión de los rasgos funcionales de las semillas no solo es relevante para tener éxito en la propagación de las especies, sino que también es clave para entender los procesos de coexistencia, el impacto del cambio climático en la regeneración, la capacidad de tolerancia de las especies nativas a las invasiones vegetales y el ensamblaje de las comunidades, elementos importantes en programas de conservación y restauración (Willis *et al.*, 2014; Jiménez-Alfaro *et al.*, 2016). El objetivo de este trabajo fue determinar rasgos seminales de *P. sericifolia* que permitan ampliar el conocimiento actual sobre la biología de la especie y contribuyan a su propagación con fines ornamentales al mismo tiempo que sirvan de base para estudios futuros y programas de manejo y/o conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de recolecta y material vegetal

La recolecta se realizó en el matorral xeromorfo costero y subcostero de Punta Guanós, Matanzas (23.1498° lat. N, -81.6366° long. W) (Fig. 1A) en noviembre de 2022. La zona constituye una llanura cársica costera, aterrada y suavemente inclinada hacia el norte, buen drenaje con presencia de carso semidesnudo que cubre entre el 40 y 50% de la superficie. La llanura está cubierta por rendzina roja poco profunda del grupo de los suelos húmicos calcimórficos con un alto contenido de humus. El clima es cálido, con precipitaciones medias entre 800-1600 mm (Enríquez *et al.*, 2006; Domínguez, 2009). La humedad relativa promedio es de 77.5% en la estación seca (noviembre-abril) y la temperatura de 24.1°C; mientras que durante la estación lluviosa (mayo-octubre) la humedad relativa promedio es de 87.1% y la temperatura de 26.5°C (García-Beltrán *et al.*, 2022). También datos climáticos recientes obtenidos por WorldClim 2 (Fick y Hijmans, 2017; <http://worldclim.org/version2>), confirmaron un régimen de lluvia anual de 1466.0 mm y una temperatura media anual de 25°C, con valores de temperatura máxima del mes más cálido de 31.3°C y temperatura mínima del mes más frío de 17.7°C.

Se recolectaron frutos maduros sobre siete plantas madres (Fig. 1B). Todas las semillas se mezclaron en un lote único (Fig. 1C). Los ensayos de laboratorio se realizaron con las semillas frescas. En cada caso las muestras fueron tomadas al azar.

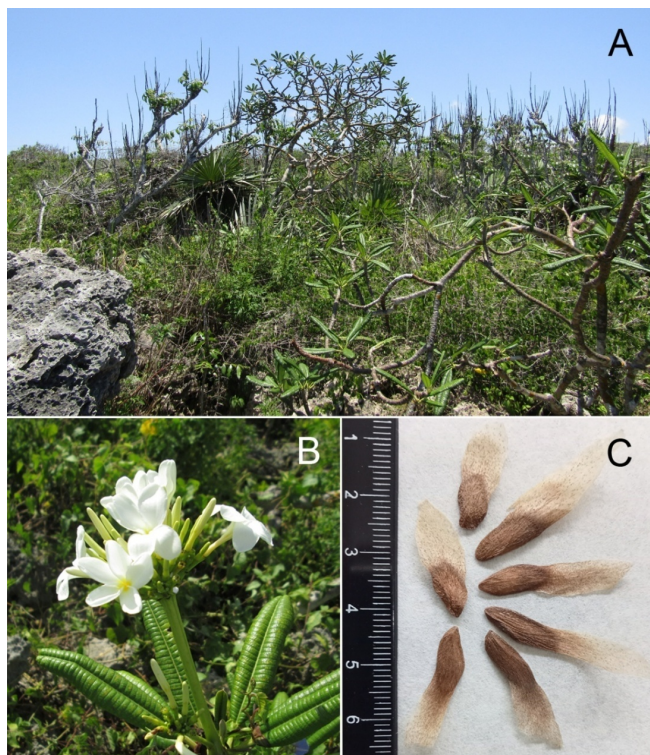


Figura 1. Matorral xeromorfo costero y subcostero de Punta Guanosen, Matanzas (A), donde habita *Plumeria sericifolia* (B) y se realizó la recolecta de semillas (C).

Figure 1. Coastal and subcoastal xeromorphic scrub of Punta Guanosen, Matanzas (A), where *Plumeria sericifolia* (B) lives and seeds (C) were collected.

Caracterización morfofisiológica de las semillas

Se tomaron al azar 25 semillas a las cuales se les determinaron, de manera independiente: masa fresca (g), masa seca (g), contenido de humedad (%), masa seca destinada a cubiertas (%), masa seca destinada a reservas (%), largo con y sin ala (cm), ancho (cm) y grosor (cm). La masa fresca y seca de las semillas se determinaron en una balanza Sartorius con precisión 0.001 g y las dimensiones, utilizando un pie de rey Mitutoyo con error de 0.02 mm. La masa seca y contenido de humedad se obtuvieron luego del secado de las semillas en una estufa a temperatura fija de 150°C, por tres horas (ISTA, 2007).

La distribución de biomasa en las semillas se calculó dividiendo la fracción de masa destinada a las reservas (embrión + endospermo), entre la masa seca total y multiplicando los valores de ambas fracciones por 100 (Sánchez *et al.*, 2009). Para ello, se separaron las cubiertas de cada semilla seca con ayuda de un bisturí y se pesaron los embriones de manera independiente. La masa seca de las cubiertas se

estimó por sustracción a partir del peso seco total de cada semilla.

Con los valores anteriores se determinó el índice de probabilidad de sensibilidad a la desecación, con base a datos biométricos de las semillas de acuerdo a las fórmulas propuestas por Daws *et al.* (2006) y Pelissari *et al.* (2018). También se empleó el método propuesto por Hong y Ellis (1996) para predecir la conducta de almacenamiento basado en el tamaño o masa seminal y el contenido de humedad. Según estos últimos autores, semillas pequeñas (peso de mil semillas < 25 g) con bajos contenidos de humedad (< 20%) son potencialmente ortodoxas o tolerantes a la deshidratación.

A partir de otra muestra de 25 semillas, se determinó el tipo de embrión y la relación entre el largo del embrión con respecto al largo interno de la semilla (E/S). La descripción del tipo de embrión se realizó de acuerdo al criterio de Baskin y Baskin (2007), en base a la morfología (forma) y al grado de desarrollo del mismo (tamaño) con relación a la semilla (E/S).

Ensayo de germinación y tipo de plántula

El ensayo de germinación se realizó en una incubadora a temperatura fija de 25°C sin luz (Heratherm). Las semillas fueron colocadas en placas de Petri de 9 cm de diámetro con doble capa de papel de filtro humedecido con agua destilada estéril. Se utilizaron tres réplicas de 25 semillas cada una. El conteo de la germinación fue diario y se determinó el porcentaje de germinación final y el porcentaje de semillas muertas. Se consideró germinación como emergencia de la radícula y semillas muertas si no tenían embriones o si los embriones no estaban firmes al finalizar el experimento, cuya duración fue de un mes.

Las semillas recién germinadas fueron transferidas a tubetes plásticos (200 cm³ de capacidad, 16 estrías y diámetro interno de 5 cm), con suelo Fersialítico Amarillento recolectado en áreas de vegetación secundaria del Instituto de Ecología y Sistemática (La Habana, Cuba). Este suelo presenta un pH neutro, un 2.8% de materia orgánica y una textura franco arcillosa (Sánchez *et al.*, 2005). Los tubetes se colocaron en dos bandejas de 48 tubetes cada una a temperatura ambiente, en condición de semisombra y riego diario. El tipo funcional de plántula se identificó según las cinco categorías propuestas por Garwood (1996). Se contabilizó el porcentaje de emergencia final y después de cuatro meses de cultivo las plántulas fueron donadas al Jardín Botánico Nacional de Cuba.

Análisis estadístico

Se calculó la media y la desviación estándar para cada variable estudiada. En el caso de los rasgos morfofisiológicos de semillas también se ofrecieron máximos y mínimos.

RESULTADOS

Caracterización morfofisiológica de las semillas

Las variables seminales con mayor desviación estándar fueron las de distribución de biomasa, seguidas del largo total de las semillas y su contenido de humedad (Tabla 1). Como promedio, más del 50% de la biomasa seminal estuvo destinada a reservas y el contenido de humedad inicial fue inferior a 20%. Los valores obtenidos para los índices de sensibilidad a la desecación de Daws *et al.* (2006) y Pelissari *et al.* (2018) (0.04 y 0.22 respectivamente) corresponden a semillas tolerantes a la desecación. Igual clasificación se obtuvo por el método predictivo de Hong y Ellis (1996). Los embriones resultaron desarrollados (relación E:S > 0.5) y de tipo invertido.

Ensayo de germinación

Las semillas comenzaron a germinar al segundo día de la siembra y en 11 días se obtuvo un porcentaje de germinación final promedio de 94.67 ± 6.11 (Fig. 2). Las semillas que no germinaron estaban vanas (sin embrión), lo que representó un porcentaje de semillas muertas de 1.33 ± 1.53 . Se observó poliembrión en la especie (Fig. 3A).

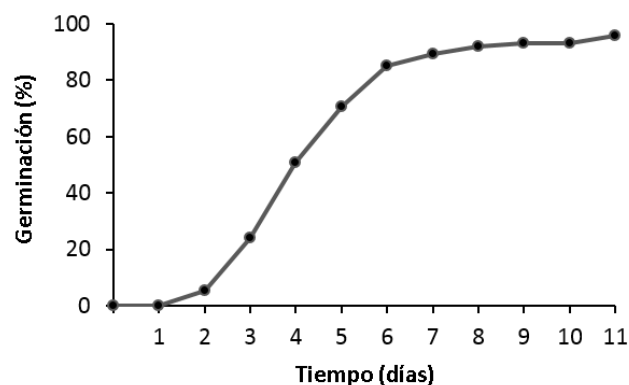


Figura 2. Germinación acumulativa de semillas frescas de *Plumeria sericifolia*.

Figure 2. Cumulative germination of fresh *Plumeria sericifolia* seeds.

Tipo de plántula

El tipo funcional de plántula identificado fue fanerocotilar epígea de reserva (Fig. 3B, C). Se obtuvo un 100% de establecimiento.

DISCUSIÓN

El tamaño y contenido de humedad de las semillas, unido a los valores obtenidos para los índices de sensibilidad a la desecación indican una conducta de almacenamiento ortodoxa para *P. sericifolia*. Esta conducta de almacenamiento coincide con lo planteado por Niembro (2010) para *Plumeria rubra* L., donde se tienen evidencias de que las semillas son ortodoxas, ya que almacenadas con un contenido de humedad de

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de variables morfofisiológicas de semillas frescas de *Plumeria sericifolia*.

Table 1. Descriptive statistics of morphophysiological variables of fresh *Plumeria sericifolia* seeds.

Variable	Media $\pm$ DE	Mínimo	Máximo
Masa fresca (g)	0.023 ± 0.003	0.018	0.031
Masa seca (g)	0.021 ± 0.003	0.016	0.029
Contenido de humedad (%)	7.68 ± 2.52	3.98	14.29
Largo con ala (mm)	24.50 ± 5.26	18.78	36.85
Largo sin ala (mm)	13.07 ± 1.70	10.26	15.61
Ancho (mm)	5.09 ± 0.46	4.12	6.16
Grosor (mm)	1.40 ± 0.16	1.01	1.62
Largo del embrión (mm)	11.41 ± 1.13	9.18	13.22
Relación embrión: semilla	0.88 ± 0.07	0.76	0.98
Masa seca en reservas (%)	69.48 ± 8.04	42.37	81.22
Masa seca en cubiertas (%)	30.52 ± 8.04	18.78	57.63

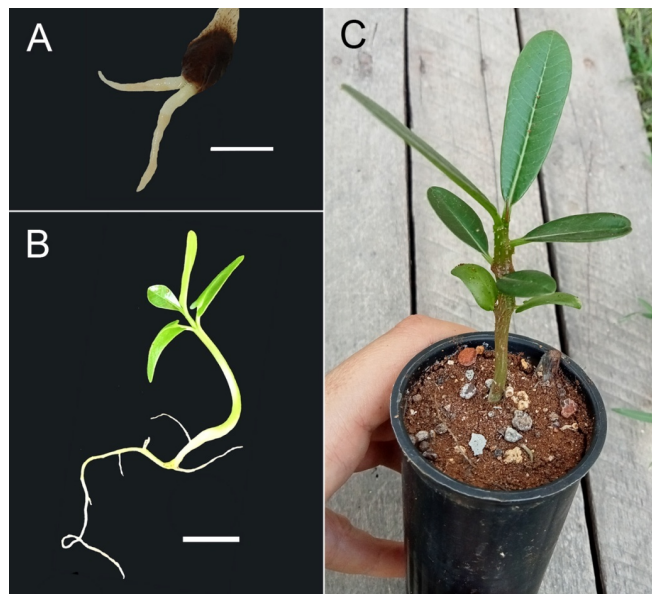


Figura 3. Semilla germinada de *Plumeria sericifolia* con poliembrionía (A), plántula de un mes (B) y tres meses de germinada (C). Escala = 1 cm.

Figure 3. Germinated seed of *Plumeria sericifolia* with polyembryony (A), one month old seedling (B) and three months of germination (C). Scale = 1 cm.

15% a -20°C en contenedores cerrados herméticamente mostraron una germinación de 95% después de un mes de almacenamiento. Este rasgo alargaría la supervivencia de las semillas de *P. sericifolia* en condiciones naturales y permitiría que puedan ser almacenadas *ex situ*. No obstante, deben realizarse más estudios al respecto, ya que se sabe de semillas clasificadas como ortodoxas que tienen una longevidad corta durante el almacenamiento (Sommerville *et al.*, 2023).

Las variables de distribución de biomasa (masa seca en reservas y cubiertas) fueron las de mayor desviación estándar seguidas del largo total de las semillas. Se conoce que las características seminales pueden variar dentro y entre individuos (Guterman 2000, Jaganathan *et al.*, 2019). Estas variaciones pueden ser de origen genético o ambiental y permiten a las especies adaptarse a los cambios del ambiente (Guterman, 2000; Grattini, 2014; Cochrane *et al.*, 2015). Como promedio, más del 50% de la masa seminal estuvo destinado a reservas y el menor porcentaje a cubiertas. Esta relación es usualmente asociada a especies con una rápida germinación y sensibilidad a la deshidratación (Pritchard *et al.*, 2004; Daws *et al.* 2005; Sánchez *et al.*, 2018), donde se asume que la presencia de cubiertas delgadas puede ser una ventaja para una rápida toma de agua y germinación, así como

que las plantas madres invierten menos recursos en estructuras de cubierta con fines de defensa (Pritchard *et al.*, 2004; Daws *et al.* 2005).

Sin embargo, especies con semillas tolerantes a la deshidratación u ortodoxas también pueden presentar una rápida germinación y cubiertas delgadas como muchas pioneras (Muñoz *et al.*, 2012; López-Hernández *et al.*, 2016; Sánchez *et al.*, 2018; Gutiérrez *et al.*, 2021). De hecho, Herrera-Peraza *et al.* (2016) clasifican a *P. obtusa* como una especie pionera temprana típica de ecosistemas secos y/o salinos, como pudiera serlo *P. sericifolia* en Punta Guanós. En ambientes semiáridos la presencia de cubiertas delgadas también puede ser una ventaja para una rápida toma de agua y germinación con el fin de aprovechar los breves pulsos de agua (Duncan *et al.*, 2019). Aunque a menudo coincide que las semillas ortodoxas son pequeñas y con mayor biomasa destinada a cubiertas, mientras que las semillas recalcitrantes son grandes y con mayor biomasa destinada a reservas, diferentes factores ecológicos y fuerzas evolutivas pueden resultar en excepciones (Lan *et al.*, 2014).

El ensayo de germinación demostró que la especie no tiene dormancia y en poco tiempo (11 días) puede obtenerse un alto porcentaje de germinación (94.67). Este porcentaje de germinación supera lo informado en la literatura para otras especies del género como *P. obtusa* L. y *P. rubra* donde se obtiene un 62-92% de germinación a 25°C y 30°C entre cuatro y nueve días (Chow y Tjondronegoro, 1978). En *P. pudica* Jacq., Maciel y Mendoza (2007) obtuvieron un 69% de emergencia final a temperatura ambiente de laboratorio (21 ± 5°C), que fue considerada la condición óptima. Dichos autores encontraron diferencias significativas entre los porcentajes y velocidad de emergencia bajo diferentes temperaturas.

Por otra parte, *P. alba* L. también está reportada como no dormante por Ray y Brow (1995), quienes refieren además que la germinación no varía en condiciones de luz u oscuridad. Queda pendiente en el futuro evaluar la germinación de *P. sericifolia* en ambas condiciones de iluminación, así como en diferentes rangos de temperatura. No obstante, en una siembra posterior que se realizó a la luz y en temperatura ambiente, solo con el fin de obtener plántulas todas las semillas germinaron a la luz (datos no mostrados). Por tanto, es muy probable que la especie sea fotoblástica indiferente.

El hecho de que el porcentaje de emergencia final haya sido de 100% es otro dato alentador para la obtención de plántulas en vivero y la supervivencia en condiciones naturales, aunque en este último caso pueden intervenir muchos factores. Sin embargo, en el matorral xeromorfo costero y subcostero de Punta Guanós la especie es una de las más abundantes (Rosa *et al.*, 2023). El tipo de plántula identificado (fanerocotilar epígea de reserva) por lo general corresponde a especies de estadios sucesionales más avanzados que las que presentan cotiledones foliáceos, ya que tienen reservas nutricionales adicionales almacenadas en sus cotiledones que conjugan con los recursos disponibles del hábitat en su crecimiento temprano (Torres-Arias *et al.*, 2022). En un ecosistema como el de Punta Guanós, o en áreas de serpentina, lo anterior pudiera constituir una estrategia de funcionamiento.

Si algo pudiera desestimular el cultivo de *P. sericifolia* es quizás su lento crecimiento, al menos en los primeros meses, tal como refieren Maciel y Mendoza (2007) para *P. pudica*. Sin embargo, esta última especie se cultiva extensamente en Cuba (Rifa y Méndez, 2017; Greuter y Rankin, 2022). Según datos tomados en el Jardín Botánico Nacional de Cuba luego de la donación de las plántulas provenientes del presente estudio, en cuatro meses de cultivo la altura promedio de las plántulas desde la base al ápice del tallo fue de 6 cm (Castellanos *et al.*, 2023). Pese a lo anterior, la ausencia de dormancia seminal, los altos porcentajes de germinación y establecimiento, la morfología de la planta, el atractivo de sus flores, la adaptación a espacios reducidos y tolerancia a la sequía, y en el caso de Cuba, su condición de especie endémica, deberían ser suficientes para propagar *P. sericifolia* con fines ornamentales y de conservación. De hecho, todas las plumerias cubanas deberían tener igual consideración en el país.

CONCLUSIONES

Aunque quedan muchos vacíos de información sobre la historia de vida y la biología de la semilla de *P. sericifolia*, el presente trabajo contribuye a ampliar el conocimiento actual sobre la especie y su propagación. De igual modo, contribuye a aumentar el conocimiento que se tiene sobre germinación y otros rasgos funcionales de semillas en el género *Plumeria*. Las semillas de *P. sericifolia* resultaron tolerantes a la deshidratación, altamente viables y sin dormancia, rasgos que facilitan la conservación de las semillas,

la regeneración natural de la especie en el campo y la obtención de plántulas en vivero. También estos rasgos seminales facilitarían la siembra directa de las semillas en campo, en particular en un nicho de reclutamiento (o espacio de siembra) que favorezca la germinación y emergencia de plántulas, como puede ser condiciones de semisombra. En el futuro se deberá profundizar en estudios sobre conducta de almacenamiento y germinación bajo diferentes rangos de temperatura e iluminación, así como diferentes condiciones de estrés hídrico y salino. La especie tiene un alto potencial para la jardinería que debe ser explotado.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el proyecto “Acciones para la conservación de especies vegetales del matorral xeromorfo costero y subcostero de Punta Guanós, Matanzas”, del Programa Sectorial Uso Sostenible de los Componentes de la Diversidad Biológica en Cuba (PS211LH003-030). Los autores agradecen a los colegas Ilsa María Fuentes y Héctor Manuel Díaz por su ayuda en condiciones de campo y vivero.

LITERATURA CITADA

- Baskin CC, Baskin JM. 2007. A revision of Martin's seed classification system, with particular reference to his dwarf-seed type. *Seed Science Research*. 17: 11-20.
- Castellanos Y, Disotuar S, Sánchez NR, Villa Y, Vegerano K. 2023. Estudios de propagación y supervivencia de posturas de *Plumeria sericifolia* (Apocynaceae) en el vivero del Jardín Botánico Nacional, La Habana, Cuba. Informe Técnico en opción al grado de Técnico Medio en Agronomía Especialidad en Horticultura y Paisajismo. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana. Instituto Tecnológico “Rubén Martínez Villena”.
- Chow KH, Tjondronegoro PD. 1978. Fruit development, seed germination and seedling growth of frangipani (*Plumeria* L., Apocynaceae). *Malayan Nature Journal*. 32: 157-171.
- Cochrane A, Colin JY, Gemma LH, Nicotra AB. 2015. Will among-population variation in seed traits improve the chance of species persistence under climate change? *Global Ecology and Biogeography*. 24: 12-24.
- Daws MI, Garwood NC, Pritchard HW. 2005. Traits of recalcitrant seeds in a semi-deciduous tropical forest in Panama: some ecological implications. *Functional Ecology*. 19: 874-885.

- Daws MI, Garwood NC, Pritchard HW. 2006. Prediction of desiccation sensitivity in seeds of woody species: a probabilistic model based on two seed traits and 104 species. *Annals of Botany*. 97: 667-674.
- Domínguez B. 2009. Diagnóstico del área Punta Guano. Medidas para la conservación de la especie *Coccothrinax borhidiana* Muñiz. Tesis de Maestría. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Matanzas.
- Duncan C, Schultz NL, Good MK, Lewandrowski W, Cook S. 2019. The risk-takers and-avoiders: germination sensitivity to water stress in an arid zone with unpredictable rainfall. *AoB PLANTS* 11: plz066. DOI: <https://doi.org/10.1093/aobpla/plz066>.
- Enríquez A, Robledo L, Cruz R. 2006. Notas sobre la distribución y conservación de *Coccothrinax borhidiana* (Arecaceae) en Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional Universidad de La Habana*. 27: 145-146.
- Facciuto G, Pérez de la Torre. 2021. *Plantas nativas ornamentales de Latinoamérica. Experiencias hacia la puesta en valor*. Ediciones INTA, Instituto de Floricultura, Buenos Aires.
- Fick SE, Hijmans RJ. 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 37: 4302-4315.
- García-Beltrán JA, Toledo S, Pernús M, González-Torres LR, Robledo L, Barrios D. 2022. Population structure and conservation of the coastal palm *Coccothrinax borhidiana* (Arecaceae) in the northwest of Cuba. *Journal for Nature Conservation*. 68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126206>.
- Garwood NC. 1996. Functional morphology of tropical tree seedlings. En: Swaine MD. (ed.), *The ecology of tropical tree seedlings*, 59-130, Parthenon, New York.
- Gratini L. 2014. Plant phenotypic plasticity in response to environmental factors. *Advances in Botany*. 4: 1-17.
- Greuter W, Rankin R. 2022. *Vascular Plants of Cuba A Checklist. Third, updated edition of The Spermatophyta of Cuba*. Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana. DOI: <https://doi.org/10.3372/cubalist.2022.1>.
- Greuter W, Rankin R. 2023. Cuba's Native Relatives of the World's Useful Plants being the 2nd, revised and enlarged edition of A Checklist of Cuban wild relatives of cultivated plants important for food, agriculture and forestry. Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin. DOI: <https://doi.org/10.3372/cubalist.2023.1>.
- Gutiérrez A, Pernús M, Sánchez JA. 2021. Predicción de la conducta de almacenamiento de semillas de *Calycophyllum candidissimum* (Rubiaceae) por sus rasgos funcionales. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 42: 221-223.
- Guterman Y. 2000. Maternal effects on seeds during development. En: Fenner M. (ed.), *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 59-84, CAB International, Wallingford, USA.
- Herrera-Peraza RA, Bever JD, de Miguel JM, Gómez-Sal A, Herrera P, García EE, *et al.* 2016. A new hypothesis on humid and dry tropical forest succession. *Acta Botánica Cubana*. 215: 232-280.
- Hong TD, Ellis RH. 1996. *A protocol to determine seed storage behaviour*. International Plant Genetic Resources Institute, Technical Bulletin No. 1. Italy.
- Jaganathan GK, Boenisch G, Kattge J, Dalrymple SE. 2019. Physically, physiologically and conceptually hidden: Improving the description and communication of seed persistence. *Flora*. 257. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.05.012>.
- Jiménez-Alfaro B, Silveira FAO, Fidelis A, Poschold P, Commander LE. 2016. Seed germination traits can contribute better to plant community ecology. *Journal of Vegetation Science*. 27: 637-645.
- Lan QY, Xia K, Wang XF, Liu JW, Zhao J, Tan YH. 2014. Seed storage behavior of 101 woody species from the tropical rainforest of southern China: test of the seed-coat ratio-seed mass (SCR-SM) model for determination of desiccation sensitivity. *Australian Journal of Botany*. 62: 305-311.
- López-Hernández D, Gómez JL, Sánchez JA, González JL. 2016. Rasgos de semillas y germinación de *Spirotecoma holguinensis* (Bignoniaceae), árbol endémico de las serpentinadas del este de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 37: 191-201.
- Maciel N, Mendoza A. 2007. Propagación por semilla y crecimiento en vivero de *Plumeria pudica* Jacq. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*. 24: 95-100.
- Muñoz BC, Sánchez JA, Montejo LA, Herrera-Peraza P, Gamboa A. 2012. *Guía técnica para la reproducción de especies arbóreas pioneras*. Editorial AMA, La Habana.

- Niembro A, Vázquez M, Sánchez O. 2010. *Árboles de Veracruz: 100 especies para la reforestación ecológica*. Universidad Veracruzana- CITRO, Veracruz.
- Pelissari F, Cleiton A, Leite MA, Batista AC, Souza WV, Rocha JM. 2018. A probabilistic model for tropical tree seed desiccation tolerance and storage classification. *New Forest*. 49: 143-158.
- Pritchard HW, Daws MI, Fletcher BJ, Gamene CS, Msanga HP, Omondi W. 2004. Ecological correlates of seed desiccation tolerance in tropical African dry land trees. *American Journal of Botany*. 91: 863-870.
- Ray GJ, Brown BJ. 1995. Restoring Caribbean dry forests: evaluation of tree propagation techniques. *Restoration Ecology*. 3: 86-94.
- Reyes J, Cruz-Cárdenas J, Oleas NH. 2021. Uso de especies nativas como plantas ornamentales en el Distrito Metropolitano de Quito. *CienciAmérica*. 10. DOI: <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v10i2.378>.
- Rifa JC, Méndez IE. 2017. *Plumeria pudica* especie de Apocynaceae recientemente cultivada en Cuba. *Agrisost*. 23: 111-117.
- Rosa R, Fuentes IM, Vega-Catalá C, Gómez-Hechavarría JL. 2023. Presencia de *Plumeria sericifolia* en Punta Guanós, Matanzas, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 222 (En prensa).
- Sánchez JA, Muñoz BC, Montejo LA. 2009. Rasgos de semillas de árboles en un bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario, Cuba. *Pastos y Forrajes*. 32: 141-164.
- Sánchez JA, Pernús M, Torres-Arias Y, Barrios D, Dupuig Y. 2019. Dormancia y germinación en semillas de árboles y arbustos de Cuba: implicaciones para la restauración ecológica. *Acta Botánica Cubana*. 218: 77-108.
- Sánchez JA, Pernús M, Torres-Arias Y, Furrázola E, Oviedo R, Álvarez JC. 2018. Características regenerativas de árboles tropicales para la restauración ecológica de ecosistemas limítrofes al manglar. *Acta Botánica Cubana*. 217: 170-188.
- Sánchez JA, Reino J, Muñoz BC, González Y, Montejo L, Machado R. 2005. Efecto de los tratamientos de hidratación-deshidratación en la germinación, la emergencia y el vigor de plántulas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 28: 209-220.
- Sommerville KD, Newby Z-J, Martyn Yenson AJ, Offord CA. 2023. Are orthodox Australian rainforest seeds short-lived in storage? *Australian Journal of Botany*. DOI: <https://doi.org/10.1071/BT22104>.
- Tiernan N, Nakamura K, Burns C, Jestrow B, Oviedo R, Francisco-Ortega J. 2023. Phylogenetic relationships of Cuban and Caribbean *Plumeria* (Apocynaceae) based on the plastid genome. *Biological Journal of the Linnean Society*. DOI: <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blad042>.
- Tiernan N. 2021. Taxonomy and Systematics of *Plumeria* L. (Apocynaceae) in the Caribbean Islands. FIU Electronic Theses and Dissertations. 4806. DOI: <https://digitalcommons.fiu.edu/etd/4806>.
- Torres-Arias Y, Sánchez JA, Pernús M. 2022. Manual de semillas para la Restauración de Ecosistemas Limítrofes al Manglar. Editorial AMA, La Habana.
- Torres-Roche EM, Oviedo R. 2022. *Plumeria sericifolia* - Hoja de taxón. *Bissea* 16 (NE 1): 198-199.
- Willis CG, Baskin CC, Baskin JM, Auld JR, Venable DL, Cavender-Bares J, et al. 2014. The evolution of seed dormancy: environmental cues, evolutionary hubs, and diversification of the seed plants. *New Phytologist*. 203: 300-309.