

Reproducción controlada de *Coccoloba cowellii* Britton (Polygonaceae), una especie endémica amenazada de extinción

Andrys Martínez Proenza¹, Isidro E. Méndez Santos² & Oscar Concepción Laffite³

¹ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4187-1342>, Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”, Departamento de Educación Biología, Camagüey, Cuba, ²ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0437-8057>, Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”, Centro de Estudios de Gestión Ambiental, Camagüey, Cuba, ³ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2572-9645>, Universidad de Ciego de Ávila “Máximo Gómez Báez”, Centro de Biotecnología de las Plantas, Ciego de Ávila, Cuba.

Citación: Martínez Proenza, A., Méndez Santos, I., & Concepción Laffite, O. (2022). Reproducción controlada de *Coccoloba cowellii* Britton (Polygonaceae), una especie endémica amenazada de extinción. *Agrisost*, 28, 1-8. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7686029>

Recibido: 14 noviembre 2021

Aceptado: 5 diciembre 2021

Publicado: 22 febrero 2022

Financiamiento: Proyecto VLIR-UOS: “Installing a center of excellence in the Central-Eastern region of Cuba to enhance production and research on bioactive plants”.

Conflictos de interés: No se declaran conflictos de interés.

Correo electrónico: andrys.martinez@reduc.edu.cu y andrysmtnz55@gmail.com

Resumen

Contexto: *Coccoloba cowellii* Britton es una planta que constituye un endemismo de Camagüey, Cuba, catalogada “En Peligro Crítico” de extinción, pero estudios fitoquímicos han revelado la presencia de compuestos promisorios con actividad antioxidante. La necesidad de compatibilizar la potencial explotación económica de la especie con su conservación, ha llevado a estudiar las particularidades de la semilla y de su germinación.

Objetivo: Valorar la dormancia de la semilla de *C. cowellii* y evaluar su germinación en condiciones controladas.

Métodos: Se estudiaron evidencias anatómicas y fisiológicas de la dormancia en simientes de *C. cowellii*. Para evaluar su capacidad de germinación en condiciones controladas, se diseñó un experimento factorial estándar, que consta de tres factores, de ellos, uno con dos niveles y dos con tres. Se valoraron todas las combinaciones posibles, para un total de 18 unidades experimentales.

Resultados: Se comprobó la presencia de semillas no sensibles a la deshidratación en *C. cowellii*, así como la ausencia de factores que retrasen su madurez fisiológica. Se evidenciaron diferencias en la eficiencia germinativa condicionadas por la escarificación como tratamientos pregerminativos, pero no por la imbibición. Se constató un decrecimiento significativo a partir de los 180 días posteriores a la cosecha y los mejores resultados se obtuvieron utilizando sustrato extraído del hábitat natural.

Conclusiones: Es posible deshidratar las semillas de *C. cowellii*, almacenarlas a temperatura ambiente y conservar la viabilidad del embrión en al menos un 50 % de ellas. La factibilidad de su germinación en condiciones controladas favorece la implementación de medidas de conservación “*ex situ*”, la obtención de material vegetal para la continuidad de las investigaciones y devela potencialidades para su explotación sostenible.

Palabras clave: Flora de Cuba, especies amenazadas de extinción, manejo *ex situ*, conservación, germinación.

Controlled Breeding of *Coccoloba cowellii* Britton (Polygonaceae), a Threatened Endemic Species

Abstract

Context: *Coccoloba cowellii* Britton is a plant that constitutes an endemism from Camagüey, Cuba, classified as “Critically Endangered” of extinction, but phytochemical studies have revealed the presence of promising

compounds with antioxidant activity. The need to reconcile the potential economic exploitation of the species with its conservation has led to studying the particularities of the seed and its germination.

Objective: To assess the dormancy of the *C. cowellii* seed and to evaluate its germination under controlled conditions.

Methods: Anatomical and physiological evidences of dormancy in seeds of *C. cowellii* were studied. To evaluate its germination capacity under controlled conditions, a standard factorial experiment was designed, which consists of three factors, of which one with two levels and two with three. All possible combinations were evaluated, for a total of 18 experimental units.

Results: The presence of seeds not sensitive to dehydration in *C. cowellii* was verified, as well as the absence of factors that delay their physiological maturity. Differences in germination efficiency conditioned by scarification as pregerminative treatments were evidenced, but not by imbibition. A significant decrease was found from 180 days after harvest and the best results were obtained using substrate extracted from the natural habitat.

Conclusions: It is possible to dehydrate the seeds of *C. cowellii*, store them at room temperature and preserve the viability of the embryo in at least 50% of them. The feasibility of its germination under controlled conditions favors the implementation of "ex situ" conservation measures, the obtaining of plant material for the continuity of the investigations and reveals potentialities for its sustainable exploitation.

Key words: *Flora of Cuba, species threatened with extinction, ex situ management, conservation, germination.*

Introducción

Dentro de los objetivos de desarrollo sostenible propuestos en la Agenda 2030, se enmarca: “Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de biodiversidad, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción” (Naciones Unidas, 2018). Esas prioridades se reflejan también en documentos normativos emitidos por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, en Cuba (CITMA, 2021).

En este contexto se ubica el estudio de la posibilidad de manejar la especie conocida como *Coccoloba cowellii* Britton (Polygonaceae). Se trata de un endemismo exclusivo de la provincia Camagüey, que habita en ecosistemas que se desarrollan sobre suelos ultramáficos (Méndez et al., 1988; Méndez et al., 2005; Martínez & Reyes, 2015).

C. cowellii es un arbusto de 2-3 m, poco ramificado, con inflorescencias racemiformes, multifloras, de color rojo conspicuo. Sus flores son anatómicamente perfectas, pero funcionalmente unisexuales en plantas dioicas. El fruto es un aquenio, ovoide, glabro, de 6 × 3 mm, agudo en el ápice, con pericarpio cubierto por el hipantio engrosado y los tépalos que lo rematan por la parte superior. Ese conjunto pasa de rojo a negro violáceo al madurar. Las semillas tienen perispermo y endospermo ruminado (Castañeda, 2014).

C. cowellii se encuentra amenazada de extinción, categorizada En Peligro Crítico (CR), pues su área de ocupación se estimó inferior a 10 Km², con una población severamente fragmentada, debido a construcciones antrópicas, tales como, poblados, múltiples carreteras que cortan en varios sentidos, líneas del tendido eléctrico etc. Esto ha provocado una disminución continua de especímenes, del número de localidades y/o subpoblaciones (González et al., 2016).

La especie es promisoría desde el punto de vista fitoquímico. El extracto etanólico de las hojas muestra una elevada actividad antioxidante (Méndez, 2019), debido al alto contenido de compuestos fenólicos, principalmente taninos condensados y flavonoides (Méndez et al. 2019).

La necesidad de compatibilizar la potencial explotación económica de la especie con la conservación, marcan la necesidad de estudiar su reproducción. Es por ello que se plantea como objetivo del presente artículo: Valorar la dormancia de la semilla de *C. cowellii* y evaluar su germinación en condiciones controladas.

Materiales y Métodos

Para la investigación se estableció un polígono en el cual se realizó la colecta de material de propagación. Este se encuentra situado al noreste de la comunidad de Albaisa, con punto central en las coordenadas: 21.434000, -77.834695. Se eligió por el alto grado de conservación que se aprecia en la vegetación original, la adecuada estructura de la población de *C. cowellii*, la abundancia de individuos adultos, la proximidad a las instituciones involucradas en la investigación y las vías que facilitan el acceso.

Para la colecta de material vegetal se marcaron plantas madres con comportamiento sexual funcionalmente femenino. Los frutos (aquenios) se cosecharon cuando la coloración de los hipantio y los tépalos que lo rematan por la parte superior alcanzó un matiz negro-violáceo. Para evitar su caída previa, la inflorescencia se cubrió con una bolsa de tela Marquisette.

Se estudiaron evidencias anatómicas y fisiológicas con vistas a evaluar la dormancia de las simientes, según criterios de Baskin & Baskin (2014). En primera instancia, se estimuló la germinación directamente de frutos, sin ningún tipo de procesamiento previo, a partir del día en que fueron

cosechados. Se estudió también la viabilidad del embrión cuando el material de propagación recogido en el campo fue deshidratado y almacenado.

El secado de los frutos se realizó colocándolos sobre un papel absorbente, a temperatura ambiente bajo techo. Para su almacenamiento y conservación, el material de propagación se depositó en un closet cerrado, a temperatura ambiente, siguiendo la experiencia de Vargas-Simón & Pire (2010) con *Coccoloba uvifera* L.

Se probó la germinación del material de propagación, previamente secado, a temperatura ambiente y a la sombra, con dos tipos de tratamientos previos: imbibición y escarificación.

Todo el material de propagación fue puesto en remojo en placas Petri, con 10 ml de agua destilada, dentro de una cámara RTOP Modelo 310, a una temperatura constante de 28 °C. Para determinar la cantidad de agua que absorben las semillas, se siguió la metodología utilizada por Díaz & Molinelli (2018) y se calculó en función de la diferencia de peso a lo largo del proceso, para lo cual se utilizó una balanza analítica marca Sartorius, Modelo BSA124S. Las lecturas de tara se realizaron a las 0.5, 1, 2, 4, 8, 12, 18 y 24 horas de iniciada la imbibición. Las simientes se escurrieron y secaron sobre papel adsorbente por 10 minutos, antes de cada pesaje. Se confeccionó una curva de imbibición con los datos recopilados.

Con respecto al segundo tratamiento pregerminativo, se establecieron tres grupos. En el primero de ellos, las semillas fueron escarificadas totalmente, en el segundo se realizó una escarificación media y las del tercero no fueron escarificadas.

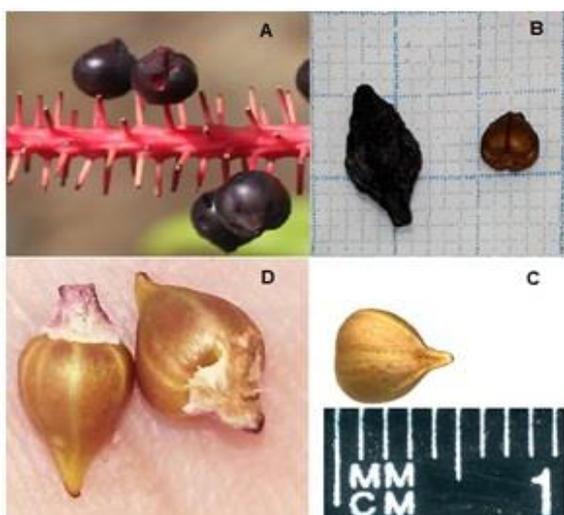


Fig. 1. Distintos grados de escarificación; A) Fruto con el hipantio engrosado y los tépalos carnosos en la planta madre. B) Derecha: fruto con hipantio engrosado y los tépalos carnosos seis meses de almacenamiento. Izquierda: semilla totalmente escarificada. C) Fruto al que se le ha quitado el hipantio engrosado y los tépalos carnosos (escarificación media), medido con una escala en mm. D) Fruto al que se le ha quitado el hipantio engrosado y los tépalos carnosos (escarificación media).

La escarificación (Figura 1) se hizo de forma manual, mediante la utilización de un bisturí, con sumo cuidado para no dañar el embrión. Los tres niveles establecidos para este proceso se diferencian de la siguiente forma:

- Sin escarificar: Se conservaron todas las estructuras del material de propagación.
- Escarificación media: Se eliminó el hipantio engrosado (incluidos los tépalos soldados en el ápice), pero se dejó el fruto (aquenio) intacto, el cual contiene, a su vez, la semilla.
- Escarificación total: Se eliminó el hipantio engrosado (incluidos los tépalos soldados en el ápice) y el pericarpio (aquenio), hasta dejar la semilla desnuda.

Las pruebas se realizaron, por una parte, con frutos (independientemente del grado de escarificación) recién cosechados (menos de 30 días después de la colecta) y, por otra, deshidratados y almacenadas dentro de sobres de papel que se colocaron en un closet, a temperatura ambiente, hasta completar un período de seis meses.

Para el estudio de la germinación, se utilizaron como referentes los trabajos de Soledad (2018) y Alonso (2018). Se diseñó un experimento factorial estándar, que consta de tres factores, de ellos, uno con dos niveles y dos con tres. Se evaluaron todas las combinaciones posibles, para un total de 18 unidades experimentales.

Los factores fueron:

- 1). Períodos de almacenamiento de los frutos (secados a la sombra, almacenados en sobres de papel y a temperatura ambiente), con dos niveles: frutos frescos (con menos de 30 días posteriores a la cosecha) y frutos almacenados (6 meses).
- 2). Niveles de escarificación del material de propagación, con tres niveles: sin escarificar, escarificación media y escarificación total.
- 3). Tipos de sustrato utilizado para la germinación, con tres niveles: arena de río, suelo obtenido en el hábitat natural y humus de lombriz.

No se esterilizó el material de propagación, ni los sustratos empleados.

En total, se pusieron a germinar 450 simientes, distribuidas a razón de 25 por cada unidad experimental. Todas las pruebas fueron realizadas en una cámara de germinación RTOP Modelo 310. Se utilizaron dos fotoperíodos de 12 horas (iluminación y oscuridad) y se mantuvo constante la humedad relativa con un valor del 95 %. En el período de iluminación la temperatura utilizada fue de 30 °C y para el de oscuridad de 25 °C. El momento en que se concretó la germinación, fue establecido partir de la aparición de la plúmula.

Para el análisis de datos de la variable “porcentaje de germinación”, se realizó un análisis de varianza ANOVA, test de múltiples rangos, comparación de medias, discriminación de medias por el método (LSD) de Fisher y cálculo del coeficiente de regresión. Para el procesamiento y análisis de datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 23.

Resultados y discusión

Consideraciones generales sobre la semilla de *C. cowellii*

Se constataron evidencias anatómicas de la existencia de un embrión bien desarrollado en simientes de *C. cowellii*, así como la capacidad de imbibición en momentos inmediatos posteriores a la cosecha y la emergencia, tanto de la radícula, como de la plántula completa, en pocos días. Se logró también la germinación masiva directamente de frutos sin ningún tipo de procesamiento previo, estimulada a partir del propio día en que fueron cosechados, lo cual permitió comprobar la ausencia de factores que retrasen la madurez fisiológica.

En las agrestes condiciones de su hábitat natural, la adaptación de la especie ha sido favorecida por una germinación rápida, que le permite adelantarse a la competencia con otras plantas. Fenómenos similares han sido estudiados por (Chávez, 2017). Sin embargo, ello se aleja de resultados que han demostrado la presencia de dormancia fisiológica en otras especies del género como *C. diversifolia* Jacq. y *C. uvifera* (Sánchez, et al., 2019).

No obstante, la presencia de dormancia primaria, o sea, aquella que está garantizada por la existencia de una cubierta dura y protectora (en este caso el aquenio), limitante de la entrada del agua y el oxígeno que permitan activar el embrión, establece condiciones favorables para el manejo de la semilla de esta especie.

Sin embargo, no puede identificarse tampoco el comportamiento típico de una semilla recalcitrante. Por el contrario, fue posible reducir la humedad hasta niveles inferiores a los existentes al momento de la cosecha (sin comprometer la viabilidad del embrión), guardar la simiente a temperatura ambiente durante seis meses, y mantener su capacidad de germinación en al menos un 50 %.

Los resultados obtenidos demuestran que es posible la conservación de la semilla, aún a temperatura ambiente, para retrasar la siembra y adecuarla, en la medida necesaria, a las necesidades de manejo *ex situ*. No obstante, se comprobó que, a los seis meses de almacenamiento en las condiciones descritas, la potencia germinativa disminuyó en un 50 %. Eso obliga a que, en etapas futuras de esta propia investigación, sea necesario evaluar, de una manera precisa, la respuesta del material de propagación a una desecación controlada y al almacenamiento a

bajas temperaturas, para elevar los niveles de eficiencia de su conservación.

Imbibición de las semillas

La imbibición se utilizó como tratamiento previo a la germinación (con independencia del grado de escarificación), tanto en frutos frescos como almacenados (seis meses). Los resultados obtenidos se observan en la Figura 2.

La mayor cantidad de agua es absorbida por el hipantio y los tépalos que rematan el material de propagación en la parte superior, la cual supera en casi el 60 % a la que retiene el aquenio y en un 80 % la que admite la semilla. Sin embargo, en los dos primeros casos, no toda esa humedad beneficia directamente al embrión.

En las 18 primeras horas de imbibición, la masa aumenta continuamente según el grado de escarificación. Sin escarificar aumenta en 0.22 g, los que presentan escarificación media en 0.08 g y los de escarificación total en 0.05 g con respecto a los valores iniciales.

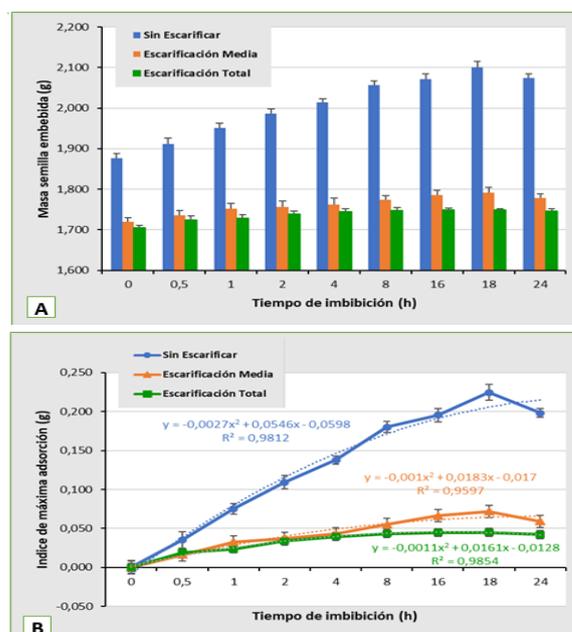


Fig. 2. Efecto del tipo de escarificación en la dinámica de absorción de agua en el tiempo de semillas de *C. cowellii*. A) Masa fresca de la semilla embebida y B) Índice de máxima absorción de agua. Barras de error calculadas para cada tratamiento y momento de evaluación. Para la escarificación media se retiró el hipantio del fruto, mientras que para la escarificación total se retiró además la testa del aquenio.

El material de propagación, con independencia del nivel de escarificación, absorbe agua durante las primeras 18 horas posteriores a ser colocadas en remojo. La etapa de más rápido incremento de la absorción de agua (Suárez & Melgarejo, 2010) dura apenas una hora, período durante el cual esta sustancia entra al tejido, mientras que la estabilización y movilización de nutrientes, necesita para su concreción un aproximado de 18 horas.

En este estudio se demostró que la imbibición no tiene un efecto negativo en la germinación de *C. cowellii*. Se comporta de manera contraria a otras especies de fruto seco, como es el caso de *Jatropha curcas* L., donde la exposición al agua por un período de tiempo prolongado disminuye linealmente la germinación y aumenta el tiempo medio necesario para que este proceso ocurra (Lozano-Isla et al., 2017).

Germinación

Con imbibición previa, la semilla comenzó a germinar a los cinco días, con independencia del tiempo que llevara almacenada. La germinación llegó a alcanzar el 100 % cuando se utilizó la escarificación y tierra proveniente del hábitat de la especie. Estos resultados demuestran que, en términos generales, existen condiciones para asegurar la reproducción de la especie por vía sexual y utilizando métodos tradicionales. No obstante, la experimentación permitió determinar alternativas que demostraron ser más efectivas.

De acuerdo con los resultados del procesamiento estadístico, solo existen diferencias significativas en cuanto a los días en que se inicia la germinación, entre las simientes con algún grado de escarificación y las no escarificadas. Estas últimas necesitan cerca de siete días para concretar la emergencia de la plúmula, mientras que las primeras lo hacen en alrededor de 13 (Tabla 1A).

Tabla 1. Efecto del tipo de escarificación realizado en la germinación de semillas de *C. cowellii* procedentes de flores funcionalmente femeninas. A) Días necesarios para germinar y B) Porcentaje de germinación

Tratamientos	Media	Error Típico de la media	Coef. de Variación (%)
	A) Días para germinar (días)		
NE*	12.6 b**	1.20	47.3
EM	6.6 a	0.48	36.1
ET	7.5 a	0.81	53.8
Tratamientos	B) Porcentaje de germinación (%)		
NE	84.0 b	0.07	0.45
EM	100.0 a	0.00	0.0
ET	100.0 a	0.00	0.0

*NE: no escarificado, EM: escarificación media, ET: escarificación total. **Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según pruebas paramétricas de ANOVA y HSD de Tukey para p≥0.05 y n=25

Ello concuerda con los resultados obtenidos en *Triplaris brasiliiana* (*Polygonaceae*), donde las semillas escarificadas con H₂SO₄ concentrado y a 30°C, durante 10 minutos, sembradas sobre papel Kraft en frascos de vidrio herméticos, alcanzaron

germinación del 92%, frente a un 29% de las que no fueron escarificadas (Correia de Araujo et al., 2018).

La Tabla 1B muestra el procesamiento estadístico de los resultados obtenidos con relación a la germinación, según el grado de escarificación, donde se apreciaron diferencias significativas, mostrando que la semilla responde a la liberación de la cubierta, por lo que es posible adelantar por esta vía e tiempo necesario para el brote del embrión y aumentar así la eficiencia de la germinación.

La Tabla 2 muestra el procesamiento estadístico de los resultados obtenidos referentes al efecto del tipo de sustrato en la germinación de semillas *C. cowellii* con diferentes períodos de almacenamiento. Se demuestra que las semillas almacenadas a temperatura ambiente, disminuyen significativamente la potencia germinativa con respecto a las frescas, a partir de los seis meses, lo cual avala la posibilidad guardar las simientes, pero durante un tiempo que no exceda los 180 días.

Existen diferencias significativas en cuanto a los días necesarios para germinar, en los diferentes tipos de sustrato y el tiempo de almacenamiento. En las simientes almacenadas por un mes, el sustrato donde se necesitan menos días (aproximadamente 6) para que emerja la plúmula, es el suelo proveniente del hábitat. Tal comportamiento difiere con respecto a las semillas con mayor tiempo de almacenamiento, donde fue en arena de río donde se obtuvieron los mejores resultados. En cuanto al porcentaje de germinación, no existen diferencias significativas entre los factores “almacenadas por un mes” y “almacenadas por seis meses”, lográndose los mejores resultados en las primeras.

C. cowellii se comporta de manera opuesta a otras especies Polygonaceae, como es el caso de *Rumex turcomanicus* Czerep, en la cual los frutos almacenados por cuatro meses fueron los de mayor porcentaje de germinación, lo que llegó a ser del 95.51% (Alirezaie & Azizi, 2015). En *Muehlenbeckia astonii* Petrie, también integrante de la familia, se comprobó una mejor respuesta a la conservación, pues en semillas sembradas seis meses después de la recolección, germinaron en un 85,2% (Wotton, 2018).

Los mejores resultados se alcanzaron con suelo sustraído del hábitat (Figura 3). Sin embargo, como este no puede ser explotado a gran escala sin afectar la vegetación natural, para próximas etapas de la investigación deberá priorizarse la prueba de mezclas entre diferentes sustratos, para disminuir las cantidades a extraer directamente de los ecosistemas.

Tabla 2. Efecto del tipo de sustrato en la germinación de semillas de *Coccoloba cowellii* con diferentes tiempos de almacenamiento. A) Días necesarios para germinar y B) Porcentaje de germinación.

Tabla 2. Efecto del tipo de sustrato en la germinación de semillas de *Coccoloba cowellii* con diferentes tiempos de almacenamiento. A) Días necesarios para germinar y B) Porcentaje de germinación

Tiempo de almacén	Tipo de sustrato	Media	Error Típico de la media	Coef. de Variación (%)
		A) Días para germinar		
1 mes	AR*	2.8 a**	0.50	17.5
	SH+Hu	4.1 a	0.46	11.2
	SH	8.1 bc	0.84	10.4
	AR+Hu	4.2 a	0.42	10.0
	Hu	9.5 cd	0.57	6.0
6 meses	AR	10.2 d	0.48	4.7
	SH+Hu	10.7 d	0.75	7.0
	SH	6.3 b	0.35	5.5
	AR+Hu	9.5 cd	0.60	6.4
	Hu	10.4 d	0.75	7.2

Tiempo de almacén	Tipo de sustrato	B) Porcentaje de germinación (%)		
		Media	Error Típico de la media	Coef. de Variación (%)
1 mes	AR	85.0 ab	10.00	11.8
	SH+Hu	76.7 ab	10.93	14.3
	SH	98.3 a	1.67	1.7
	AR+Hu	58.3 bc	24.55	42.1
	Hu	66.7 ab	9.28	13.9
6 meses	AR	20.0 cd	11.55	57.7
	SH+Hu	5.0 d	2.89	57.7
	SH	40.0 bcd	5.00	12.5
	AR+Hu	8.3 d	4.41	52.9
	Hu	18.3 cd	7.26	39.6

*AR: Arena de río, SH+Hu: Suelo del Hábitad + Humus, SH: Suelo del Hábitad, AR+Hu: Arena de río + Humus, Hu: Humus de lombriz.

**Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según pruebas paramétricas de ANOVA y HSD de Tukey para $p \geq 0.05$ y $n=25$.

La germinación de la especie comienza a los 5 días posteriores a la siembra.

La imbibición y la escarificación se identifican como tratamientos pregerminativos factibles a ser manejados para una germinación más eficiente de *C. cowellii*, en dependencia de los recursos humanos y materiales disponibles.

Las simientes escarificadas logran la germinación en un período de tiempo menor (siete días) que las no escarificadas (13 días). Llega a alcanzar el 100 % cuando se utiliza la escarificación y tierra proveniente del hábitad natural, tanto para simientes frescas como almacenadas.

Es posible conservar material de propagación, aún a temperatura ambiente, para extender la siembra y

adecuarla a las necesidades de manejo *ex situ*. No obstante, la mayor eficiencia de la germinación se alcanza cuando la siembra se realiza durante los 30 días posteriores a la cosecha.



Fig. 3. Plántulas de *C. cowellii* germinadas en tierra del hábitad natural, 100% de germinación.

Para las semillas almacenadas por seis meses, la potencia germinativa disminuye y presenta los mejores resultados de germinación con suelo sustraído del hábitad natural. Ese comportamiento se mantiene de igual manera para las semillas frescas, donde pueden germinar en su totalidad con los dos niveles de escarificación.

Es posible manejar la reproducción *en situ* de *C. cowellii*, lo cual crea condiciones para su conservación, asegurar la obtención de material vegetal para continuar las investigaciones e, incluso, introducir nuevos individuos en poblaciones naturales, si ello fuera necesario y prudente.

Conclusiones

A pesar de que la semilla de *C. cowellii* puede ser clasificada, de manera general, como no dormante, la presencia de, al menos, dormancia primaria, establece condiciones favorables para su manejo (deseccación, almacenamiento, etc.).

Contribución de los autores

Andrys Martínez Proenza: concepción y ejecución de la investigación, análisis de los resultados, redacción del informe.

Isidro Méndez Santos: concepción de la investigación análisis de los resultados y redacción del informe.

Oscar Concepción Laffitte: concepción de la investigación, análisis de los resultados y procesamiento estadístico.

Conflictos de interés

No se declaran.

Agradecimientos

El autor desea agradecer al Dr. C. Amilcar Arenal por acceder al préstamo de los equipos e instalaciones para la realización de esta investigación, así como al personal del Laboratorio de Fisiología, perteneciente a la Facultad de Agropecuaria (Universidad de Camagüey), por el apoyo prestado a la realización del experimento. Al profesor Yanier Acosta Fernández por sus valiosas enseñanzas en el uso y manejo de la cámara de germinación.

Referencias

- Alirezaie, M., & Azizi, M. (2015). Seed Harvesting Time Affects Seedling Emergence, Vigour and Growth: Case Study of *Rumex turcomanicus* Czerep. (Polygonaceae). *Notulae Scientia Biologicae*, 5(2), 244-248. https://www.academia.edu/46996737/Seed_Harvesting_Time_Affects_Seedling_Emergence_Vigour_and_Growth_Case_Study_of_Rumex_turcomanicus_Czerep_Polygonaceae
- Alonso, W. (2018). *Evaluación de tres tratamientos pregerminativos y tres sustratos para la producción de semilleros de guayacán (Guaiacum sanctum L.), bajo condiciones de invernadero y análisis histológico e histoquímico de su semilla*. (Tesis en opción al título académico de Master. Universidad de San Carlos de Guatemala). Guatemala. <https://acreditacion.ccqqfar.usac.edu.gt/qf/Anexo11.pdf>
- Baskin, C., & Baskin, J. (2014). *Seeds Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Second Edition*. Academic Press is an imprint of Elsevier, San Diego, USA, 12-200. [https://books.google.com/cu/books?hl=es&lr=&id=vXfNCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Baskin,+C.+%26+Baskin,+J.+\(2014\).+Seeds+Ecology.+Biogeography.+and+Evolution+of+Dormancy+and+Germination.&ots=rWgGVye&sig=y7tw1p4ydW_qGN5zs51_Xfkg9kU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com/cu/books?hl=es&lr=&id=vXfNCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Baskin,+C.+%26+Baskin,+J.+(2014).+Seeds+Ecology.+Biogeography.+and+Evolution+of+Dormancy+and+Germination.&ots=rWgGVye&sig=y7tw1p4ydW_qGN5zs51_Xfkg9kU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Castañeda, I. (2014). *Taxonomía y filogenia del género Coccoloba (Polygonaceae) en Cuba*. (Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad de La Habana), Cuba.
- Chávez, M. (2017). Síndromes de domesticación en plantas. *Desde el Herbario (CICY)*, 9, 79–83. http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
- CITMA (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente de la República de Cuba). (2021). *Estrategia Ambiental Nacional 2021/2025*. <https://www.citma.gob.cu/estrategia-ambiental-nacional/>
- Correia de Araujo, J., Duarte, J., Inajal, M., Ferreira, L., & Marques, V. (2018). Morphometric characterization, germination and conservation of *Triplaris brasiliensis* cham. seeds (Polygonaceae). *Ciência Florestal, Santa Maria*, 28(3), 949-959. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509833363>
- Díaz, M. & Molinelli, M. (2018). Caracterización del fruto y la semilla de *Ruprechtia apetala* (polygonaceae) en relación con la entrada de agua y la germinación. *Bonplandia*, 27(1), 5-22. <https://www.researchgate.net/publication/326003263>
- González, L., Palmarola, A., González-Oliva, L., Bécquer, R., Testé, E., & Barrios, D. (Eds.). (2016). Lista roja de la flora de Cuba; *Bissea 10* (número especial 1), 1-352. https://www.researchgate.net/publication/309313148_Lista_Roja_de_la_Flora_de_Cuba_-_2016
- Lozano-Isla, F., Miranda, P., & Pompelli, M. (2017). Germination behavior of *Jatropha curcas* L. after different imbibition times. *Peruvian Journal of Agronomy*, 1(1), 32-38. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjoiJexjvr0AhW1VTABHVOGC_oQFnoECAUQAQ&url=http%3A%2F%2Frevistas.lamolina.edu.pe%2Findex.php%2Fjpagronomy%2Farticle%2Fdownload%2F1065%2Fpdf_4&usq=AOvVaw2rteIxeuKMsqypaLdtZcBx
- Martínez, E., & Reyes, O. (2015). Caracterización de la vegetación de la meseta de San Felipe en Camagüey, Cuba, con propósitos de conservación. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 36, 19-30. <http://www.rjbn.uh.cu/index.php/RJBN/article/view/185/0>
- Méndez, D. 2019. *Actividad antioxidante y bacteriostática de Coccoloba cowellii Britton*. (Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Biotecnología. Universidad de Oriente). Santiago de Cuba. Cuba.
- Méndez, D., Molina Pérez, E., Spengler, I., Escalona-Arranz, J., & Cos, P. (2019). Chemical composition and antioxidant activity of *Coccoloba cowellii* Britton. *Revista Cubana de Química*, 31(2), 185-198. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-4212019000200185&lng=en&nrm=iso&tln=en
- Méndez, I., Castillo, M., Trujillo, R., & Martínez, V. (1988). Algunas consideraciones acerca de

- las plantas serpentinícolas presentes en la flora de Sierra de Cubitas. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, Universidad de La Habana, 9(2), 65-70. <https://www.jstor.org/stable/42596854>
- Méndez, I., Risco, R., & Reyes, M. (2005). Flora and vegetation of the ultramafic outcrop at Camagüey, Cuba. En R. Boyd, A. Baker and J. Proctor, (Eds.), *Memorias de la IV Conferencia Internacional sobre Ecología de Serpentina*: 21-26 abril 2003, en *Science Reviews*, Reino Unido, 91 – 96.
- Méndez, J. (2016). *Osmocondicionamiento de semillas de *Beaucarnea gracilis* Lem. como tratamiento pregerminativo*. (Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa). México D.F. México. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/11217/1114453102.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. LC/G.2681-P/Rev.3. Santiago. <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible>
- Sánchez, J., 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 (2), 77-118. <http://revistasgeotech.com/index.php/abc/article/view/290>
- Soledad, M. (2018). *Calidad morfo-fisiológica y sanitaria de semillas de *Ruprechtia apetala* WEDD. (Polygonaceae) para su domesticación*. (Tesis Para optar al Grado Académico de Magister en Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba). Córdoba, Argentina. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6505>
- Suárez, D., & Melgarejo, L. (2010). *Biología y germinación de semillas. Laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal*. Departamento de biología. Universidad Nacional de Colombia. <https://www.researchgate.net/publication/258627099>
- Vargas-Simón, G., & Pire, R. (2010). Efecto de dos condiciones de almacenamiento en la germinación de semillas de uva de playa (*Coccoloba uvifera* (L.) Jacq.). *Revista Facultad Agronomía (LUZ)*. 27, 559-573. https://www.researchgate.net/publication/265597554_Efecto_de_dos_condiciones_de_almacenamiento_en_la_germinacion_de_semillas_de_uva_de_playa_Coccoloba_uvifera_L_Jacq
- Wotton, D. (2018). Seed germination, dormancy and longevity in the endangered shrub *Muehlenbeckia astonii* (Polygonaceae). *New Zealand Journal of Botany*, 56 (3), 331-341, <http://dx.doi.org/10.1080/0028825X.2018.1491862>