





Características morfo-fisiológicas de frutos y semillas de *Morinda royoc* L. (Rubiaceae)

Morpho-physiologic characteristics of *Morinda royoc* L. (Rubiaceae) fruits and seeds

Claudia Linares ¹, Yanier Acosta ^{2*}, Janet Quiñonez ³, Reinaldo Trujillo ⁴

- Received: 16/Mar/2023
- Accepted: 22/Nov/2024
- Online Publishing: 04/04/2025

Citation: Linares C, Acosta Y, Quiñonez Y, Trujillo R. 2025. Características morfo-fisiológicas de frutos y semillas de *Morinda royoc* L. (Rubiaceae). *Caldasia* 47:e106424. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v47.106424>

RESUMEN

Los extractos ricos en antraquinonas que se obtienen de las raíces de *Morinda royoc* L. se utilizan en la industria farmacéutica cubana para la producción del suplemento dietético “PV-2”. La información morfo-fisiológica de frutos y semillas es importante para estudiar la conservación y multiplicación de especies nativas de interés agrícola, ganadero o farmacéutico. El propósito de este estudio fue determinar los rasgos funcionales de frutos y semillas de *M. royoc*. Se determinaron las características morfológicas del embrión y la relación embrión/endospermo. Adicionalmente, se estudiaron las características fisiológicas de las semillas a través del contenido de humedad, viabilidad y capacidad de germinación. El fruto maduro de *M. royoc* es una infrutescencia de color amarillo claro con un promedio de 26,05 semillas. Las semillas se componen de dos secciones independientes, una cámara de aire y una cámara donde se encuentra el endospermo. El embrión es espatulado, con un eje hipocótilo-radícula bien definido. El contenido de humedad al momento de la cosecha fue de 15,76 %, la viabilidad fue de 73,33 % y no se observó germinación. Los frutos, semillas y embriones de *M. royoc* tienen características representativas del género *Morinda*. Nuestros resultados mostraron semillas con una viabilidad superior al 73 % sin observarse germinación durante un período de 28 días, lo que demuestra la presencia de alguna clase de dormancia fisiológica. Este estudio es un punto de partida para trazar futuras estrategias de conservación, multiplicación y establecimiento de esta especie, dada la importancia económica y social de estas plantas.

Palabras claves: cámara de aire, embrión, endospermo, germinación, viabilidad.

¹ Laboratorio de Productos Naturales, Centro de Bioplasmas, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Carretera a Morón Km. 9%. Ciego de Ávila, CP 69450. Cuba. claudia911007@gmail.com

² Laboratorio de Cultivo de Células y Tejidos, Centro de Bioplasmas, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Carretera a Morón Km. 9%. Ciego de Ávila, CP 69450. Cuba. yacidez@gmail.com

³ Laboratorio de Productos Naturales, Centro de Bioplasmas, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Carretera a Morón Km. 9%. Ciego de Ávila, CP 69450. Cuba. janet.quinonesgalvez@gmail.com

⁴ Laboratorio de Productos Naturales, Centro de Bioplasmas, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Carretera a Morón Km. 9%. Ciego de Ávila, CP 69450. Cuba. trujo2010@gmail.com

* Autor para correspondencia.



ABSTRACT

Anthraquinone-rich extracts obtained from the roots of *Morinda royoc* L. are used in the Cuban pharmaceutical industry to produce the dietary supplement “PV-2”. Morpho-physiological information on fruits and seeds is important for studying the conservation and multiplication of native species of agricultural, livestock, or pharmaceutical interest. The purpose of this study was to determine the functional traits of fruits and seeds of *M. royoc*. The morphological characteristics of the embryo and the embryo/endosperm ratio were determined. Additionally, the physiological characteristics of the seeds were studied through moisture content, viability, and germination capacity. The mature fruit of *M. royoc* is a light yellow infructescence with an average of 26.05 seeds. The seeds are composed of two independent sections, an air chamber and a chamber where the endosperm is located. The embryo is spatulate, with a well-defined hypocotyl-radicle axis. The moisture content at harvest was 15.76 %, viability was 73.33 %, and no germination was observed. The fruits, seeds, and embryos of *M. royoc* have representative characteristics of the *Morinda* genus. Our results showed seeds with viability greater than 73 % with no germination observed over 28 days, demonstrating the presence of some kind of physiological dormancy. This study is a starting point for outlining future conservation, multiplication, and establishment strategies for this species, given the economic and social importance of these plants.

Keywords: air chamber, embryo, endosperm, germination, viability.

INTRODUCCIÓN

Morinda royoc L. es una especie de la familia Rubiaceae, que se distribuye en América del Norte, América Central y el Caribe y América del Sur (Greuter y Rankin 2022) y se le conoce como raíz india, garañón o piñípiñí. En Cuba se encuentra silvestre en todo el territorio, mayoritariamente en las zonas costeras (Borroto et al. 2005). Es una especie herbácea, perenne, rizomatosa, con características trepadoras y los tallos aéreos pueden alcanzar una longitud entre 1 y 1,5 m (Davidse 2011).

Esta especie se utiliza en la medicina tradicional por sus propiedades terapéuticas, relacionadas con la presencia de antraquinonas como principal metabolito secundario, principalmente en las raíces de las plantas (Jiménez et al. 2011); por lo que es de gran interés para la industria farmacéutica (Borroto et al. 2008). Los extractos etanólicos de sus raíces se utilizan como base en la elaboración del complemento nutricional PV-2 con acción estimulante, revitalizante y antiestrés (Scull et al. 2000). Asimismo, se estudian extractos de esta planta para el control de plagas y enfermedades en diferentes cultivos de interés agrícola (Cid et al. 2020).

Los estudios botánicos de *M. royoc* se han centrado principalmente en la descripción de las raíces, tallos, hojas y flores (Borroto et al. 2005, Cid et al. 2020, Pino et al. 2021). Sin embargo, la información sobre las características morfológicas y fisiológicas de sus semillas es escasa. Se conoce que las poblaciones de *M. royoc* son de origen natural y muy limitadas (Borroto et al. 2008), hasta la actualidad no existen estudios relacionados con la germinación y establecimiento de la especie. Jiménez et al. (2011) también refiere la baja viabilidad de las semillas como una limitante para la reproducción natural y propagación comercial de la especie. Adicionalmente, Baskin y Baskin (2014) recopilaron información de la presencia de dormancia fisiológica, morfológica y morfofisiológica en varias especies de la familia Rubiaceae, aspecto a tener en consideración como posible causa de la baja reproducción natural de *M. royoc*.

Los investigadores anteriores sugieren que, debido a su hábitat mayoritariamente costero, no existen extensos campos de cultivo, lo que limita la disponibilidad de material vegetal de la especie para su uso farmacéutica o agrícola (Jiménez et al. 2011). Por tanto, la explotación indiscriminada de la especie amenaza con la reducción o extinción de las poblaciones naturales. Con base en estos antecedentes,

se realizó la presente investigación con el objetivo de determinar las características morfo-fisiológicas de frutos y semillas de *M. royoc* como punto de partida para futuras estrategias de conservación, multiplicación y establecimiento de la especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Recolección de material vegetal

Frutos fisiológicamente maduros (cambio de color verde a amarillo claro) fueron recolectados en junio de 2020 a partir de 20 plantas silvestres de *M. royoc* que crecen en un matorral xeromorfo costero ubicado en Turiguanó, municipio de Morón, Ciego de Ávila, Cuba (22°16' Norte-78°32' Oeste). Las semillas se separaron manualmente de los frutos completamente maduros después de cuatro días de la recolección. Se lavaron con abundante agua y se colocaron en una bandeja a una temperatura de 25±2°C durante 48 horas hasta que se secaron por completo.

Morfología de los frutos

Se tomaron al azar 20 frutos maduros para medir su longitud y grosor, con un pie de rey digital de cuatro dígitos (Stainless Hardened, Alemania). Además, se determinó la masa de los frutos con una balanza analítica de cuatro décimas (Sartorius, Alemania) y el número de semillas por fruto. Las características morfológicas de los frutos se establecieron de acuerdo a lo descrito para la familia Rubiaceae por Bacigalupo y Novara (1996).

Morfología de semillas y embriones

Se tomaron 50 semillas al azar para medir longitud, ancho y espesor con un pie de rey digital de cuatro dígitos (Stainless Hardened, Alemania) y masa con una balanza analítica de cuatro décimas (Sartorius, Alemania). Las características morfológicas de las semillas se establecieron según lo descrito para la familia Rubiaceae por Bacigalupo y Novara (1996).

Para determinar la morfología y desarrollo de los embriones se tomaron 50 semillas y se cortaron longitudinalmente con bisturí (SCHREIBER, N°23). Se tomaron fotografías de los embriones y el endospermo con una cámara Canon (EOS 600D), y con pie de Rey digital (inoxidable endurecido) se midió la longitud del embrión y el endospermo para calcular la relación embrión/endospermo (E/E). La morfología y el desarrollo del embrión se definió según lo descrito por Baskin y Baskin (2007).

Características fisiológicas de las semillas

Para conocer el contenido de humedad de las semillas (% masa de H₂O: masa fresca), se utilizó el método de secado en estufa (ISTA 2016). Se colocaron tres muestras de 50 semillas en un recipiente de porcelana y se pesaron en una balanza analítica (SARTORIUS, BL 1500). Los recipientes se colocaron en un horno (HS62A) a una temperatura de 130°C hasta masa constante. Posteriormente, los recipientes se colocaron en un desecador con gel de sílice y se dejaron enfriar durante 45 minutos. A continuación, las muestras se pesaron nuevamente y se calculó el contenido de humedad de las semillas (CHS) utilizando la siguiente fórmula:

$$CHS = \frac{(\text{masa fresca} - \text{masa seca})}{\text{masa fresca}} \times 100$$

Donde: CHS (Contenido de humedad de las semillas, %), masa fresca (masa de las semillas antes de colocarlas en el horno, g) y masa seca (masa de las semillas después de secarse en el horno, g).

Para evaluar la viabilidad se tomaron 100 semillas de *M. royoc* y se realizó una prueba para estimar la viabilidad utilizando una solución al 1 % (v: v) de cloruro de 2, 3, 5 trifenil-2H-tetrazolio (TTZ) como se describe por Altare *et al.* (2006). Las semillas se clasificaron según su coloración en: 1) viables, cuando estaban totalmente teñidas de rojo intenso o su coloración era rojo claro o con secciones incoloras y, 2) no viables, cuando permanecían incoloras (Maldonado-Peralta *et al.* 2016).

Para la capacidad de germinación, se colocaron cuatro muestras de 25 semillas en una placa de Petri con papel filtro previamente humedecido con 5 mL de agua destilada. Las placas de Petri se colocaron en una cámara de germinación (Modelo, serie RTOP-D) durante 28 días a 30°C, 80 % de humedad relativa y un fotoperíodo de catorce horas luz / diez horas oscuridad, bajo tubos de luz fluorescente con flujo de fotones fotosintéticos (FFF) de 50 μmol m⁻² s⁻¹ (Baskin y Baskin 2014).

Análisis estadístico

Todos los datos se analizaron utilizando el Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (Versión 23.0 para Windows, SPSS Inc., Nueva York, NY). La normalidad de los datos se comprobó mediante la prueba de Shapiro-Wilk y se expresaron como la media de los valores independientes obtenidos en cada determinación ± el error estándar (EE).

RESULTADOS

Morfología de los frutos

El fruto de *M. royoc* es carnoso, de tipo sincárpico, que en realidad es una infrutescencia donde los frutos se han fusionado y forman una estructura compacta; externamente amarillo claro en madurez fisiológica (Fig. 1a), mientras que internamente es blanquecino (Fig. 1b). Después de cuatro días de recolección, los frutos adquieren un color crema claro (Fig. 1c), pierden consistencia y desprenden un olor característico y penetrante. Externamente se aprecian múltiples brácteas florales rudimentarias (bfr) con sus respectivas cicatrices dejadas por el tubo de la corola y el estilo (denominadas ojos florales, of). Los frutos tienen una longitud de $1,612 \pm 0,104$ cm y un diámetro de $1,392 \pm 0,036$ cm en promedio, con una masa de $4,585 \pm 0,401$ g y un promedio de $26,05 \pm 2,15$ semillas por fruto.

Morfología de semillas y embriones

Las semillas de *M. royoc* se pueden clasificar en oblongo-trianguulares, ovoides a obovoides o reniformes, compuestas internamente de dos secciones independientes, en un lado por una cámara de aire (ca) y en el extremo opuesto una cámara (ce) donde se encuentra el endospermo (en) (Fig. 2). La cubierta de la semilla (cs) es de apariencia rugosa, dura y opaca, presenta un color crema claro (Figs. 2a, b). La cámara de aire es ligeramente redondeada y está recubierta interiormente por una capa brillante a modo de “celofán” (Figs. 2c, d). La región del micropilo (rm) no está bien definida; este último se encuentra en el extremo opuesto

a la cámara de aire, donde se produce la protrusión de la radícula (Fig. 2d). La longitud promedio de la semilla es de $5,255 \pm 0,105$ mm, con un ancho de $3,368 \pm 0,064$ mm y un espesor de $2,33 \pm 0,059$ mm y la masa de 1000 semillas fue de $8,143 \pm 0,165$ g.

El embrión está protegido por un endospermo gris (en) (Fig. 3a) y en su conjunto ocupa más de la mitad de la longitud de la semilla. El embrión de la semilla de *M. royoc* es del tipo espatulado, recto (aunque a veces tiene forma de boomerang), de color blanquecino-translúcido, con una región hipocotilo-radícula bien definido (hr-rr), y con cotiledones (co) opuestos en forma de espátula (Figs. 3a, b). El endospermo tiene una extensión al final del eje de la raíz como una membrana adherida (ma) (Fig. 3a), que ocupa el espacio entre el micropilo y el embrión dentro de la vaina. La longitud media del endospermo es de $3,98 \pm 0,06$ mm, mientras que la del embrión es de $3,13 \pm 0,03$ mm y la relación embrión/endospermo es de $78,94 \pm 1,46$ %.

Características fisiológicas de las semillas

El contenido de humedad de las semillas de *M. royoc* al momento de la cosecha fue de $15,76 \pm 0,61$ %. La viabilidad de las semillas recién cosechadas fue de $73,33 \pm 4,41$ %, mostró una coloración rosada intensa en el embrión viable (Fig. 4a), mientras que los embriones no viables mantuvieron su color inicial con tendencia a la opacidad (Fig. 4b). Durante 28 días de evaluación no se observó germinación de semillas, mostrando un porcentaje final de $0,00 \pm 0,00$ %, no obstante, la totalidad de las semillas permanecieron viables al final del experimento.

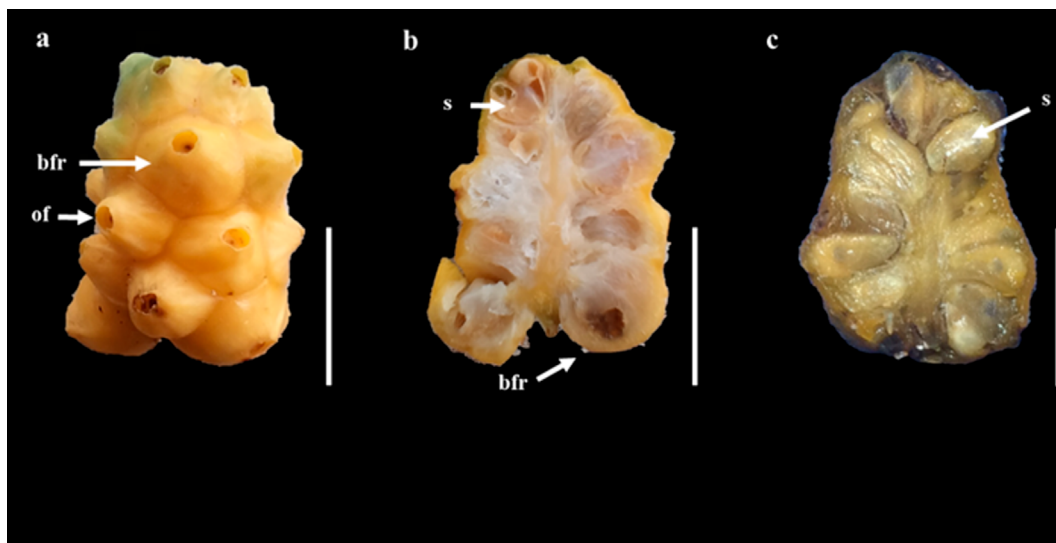


Figura 1. Morfología externa (a) e interna (b, c) del fruto de *Morinda royoc* L.. Ojos florales (of), bráctea floral rudimentaria (bfr) y semillas (s). La barra vertical representa 1 cm.

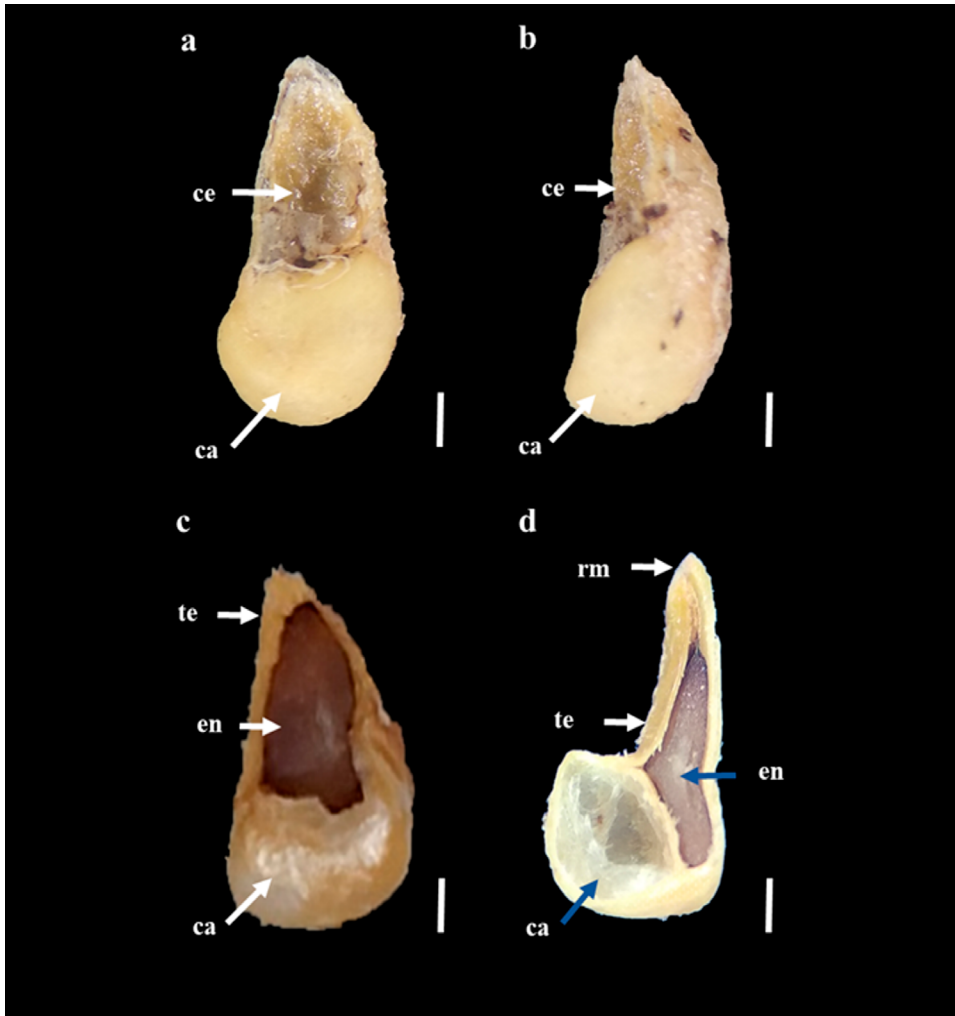


Figura 2. Morfología externa (a, b) e interna (c, d) de semilla de *Morinda royoc* L. Cámara de aire (ca), cámara de endospermo (ce), endospermo (en), testa (te) y región micropilar (rm). La barra vertical representa 1 mm.

DISCUSIÓN

Las características morfológicas observadas en los frutos y semillas de *M. royoc* corresponden a las descripciones realizadas por Bacigalupo y Novara (1996) para la familia Rubiaceae. En este sentido, se observaron características morfológicas similares a los frutos de la especie *Morinda citrifolia* L. que se encuentra ampliamente distribuida en varias regiones del mundo (Waki *et al.* 2007, Paula *et al.* 2016) incluyendo Cuba (Salomón Izquierdo *et al.* 2009, Sánchez Rodríguez *et al.* 2012). Numerosos estudios morfológicos sobre esta especie están referenciados en la literatura (Mathivanan *et al.* 2005, Ponnaiyan y Vezhavendan 2005, Singh *et al.* 2006).

Como lo describe Nelson (2005), la dispersión de las semillas de *M. citrifolia* ocurre, probablemente, por el agua.

Esto se basa en la estructura de la cámara de aire revestida en su interior por la capa brillante (“celofán”) que puede tener un carácter hidrofóbico y hacer que la semilla flote (Ponnaiyan y Vezhavendan 2005). Similar a lo descrito para *M. citrifolia*, las semillas de *M. royoc* pueden tener su forma natural de dispersión a través del agua, ya que ambas semillas tienen características morfológicas similares. Sin embargo, se requieren estudios para determinar la impermeabilidad de la cámara de aire presente en las semillas de *M. royoc*.

El tipo de embrión observado en las semillas de *M. royoc* es consistente con los tipos de embriones descritos en esta familia según Nelson (2005) y Pietrobom y Paoli (2010). El embrión espatulado se inserta en la división axial según la clasificación descrita por Martin (1946) y se describe morfológicamente como erecto; cotiledones variables,

delgados a gruesos y ligeramente expandidos a anchos. Adicionalmente, resulta un embrión completamente desarrollado al momento de la dispersión del fruto (relación endospermo/embrión, 78,94 %), por tanto, no existe dormancia morfológica o morfofisiológica en esta especie, que sí se ha informado para la familia Rubiaceae (Baskin y Baskin, 2014; Sánchez et al., 2019).

El contenido de humedad observado en las semillas al momento de la cosecha (15,76 %) se encuentra en el rango donde puede ser de tipo ortodoxa, aunque también pueden comportarse como intermedia según lo descrito por Pelissari et al. (2018). Por lo tanto, se requieren más estudios relacionados con la sensibilidad a la deshidratación y conservación para clasificar con exactitud las semillas de *M. royoc*.

Adicionalmente, la viabilidad de las semillas superó el 73 %, pero no se observó germinación en los 28 días evaluados, lo que sugiere que existe alguna clase de dormancia que aún no se ha definido para esta especie. Para la familia Rubiaceae, se reportan varias especies con semillas dormantes (Oryem-Origa 1999, Santana-Buzzy et al. 2002, Da Silva et al. 2004). Relacionado con esto, Baskin y Baskin (2014) sugieren profundizar en futuras investigaciones relacionadas con las clases de dormancia existentes en esta familia. Se ha observado dormancia morfológica (embrio-

nes subdesarrollados) en *Coffea arabica* L. (De Farias et al. 2015) y *Psychotria griffithii* Hook.f. (Athugala et al. 2016), dos especies de la familia Rubiaceae.

Estudios realizados en semillas de *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schltdl. (Henriques et al. 2004) y *P. hoffmanseggiana* Mull. Arg. (Araújo y Cardoso 2007), dos especies de la familia Rubiaceae, mostraron que la germinación inicia aproximadamente 90 días después de la dispersión de los frutos. Esto demuestra la presencia de dormancia en las semillas de estas dos especies, presumiblemente similar a lo que sucede en las semillas de *M. royoc*.

En este sentido, se han estudiado las especies *M. lucida* Benth y *M. citrifolia*, pero sin profundizar en la clase de dormancia (Ajongbolo et al. 2018, Afolabi et al. 2020). La información existente hace referencia al carácter dormante de las semillas como una limitante para su comercialización, al afectar los métodos convencionales de propagación masiva como una alternativa eficiente para la multiplicación y propagación de la especie, dada la importancia económica de estas plantas por los efectos farmacológicos y aplicación industrial de sus productos naturales. Por tanto, resulta importante conocer la clase de dormancia y la forma de superarla para obtener una germinación rápida y homogénea de las semillas.

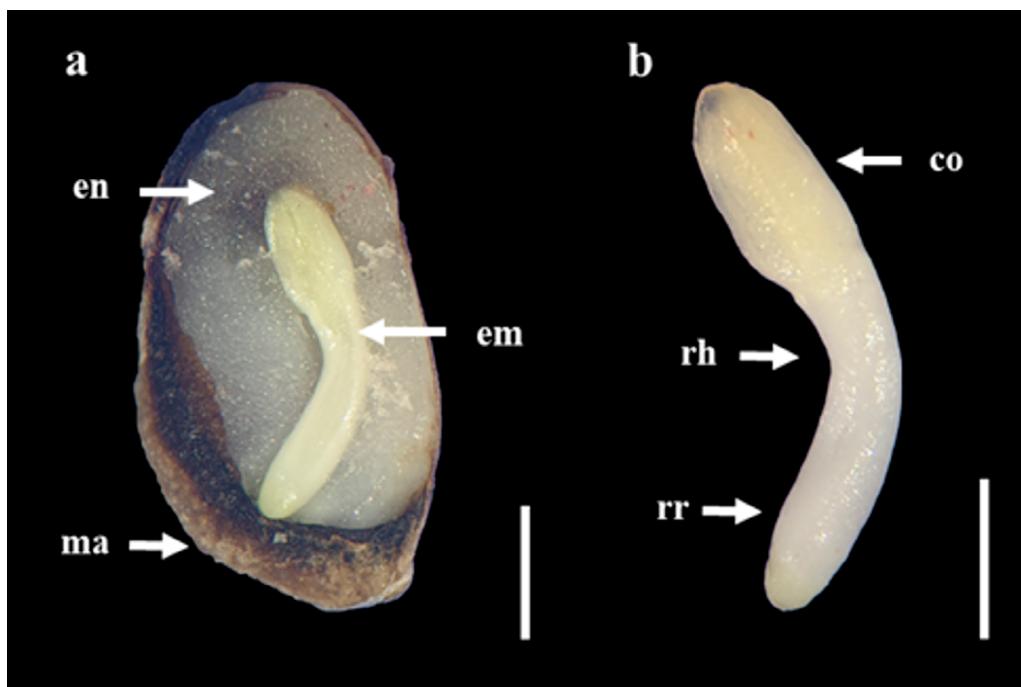


Figura 3. Morfología de embrión y endospermo (a) y embrión (b) de *Morinda royoc* L. Cotiledones (co), embrión (em), endospermo (en), membrana adherida (ma), región del hipocotilo (rh) y región de la radícula (rr). La barra vertical representa 1 mm.

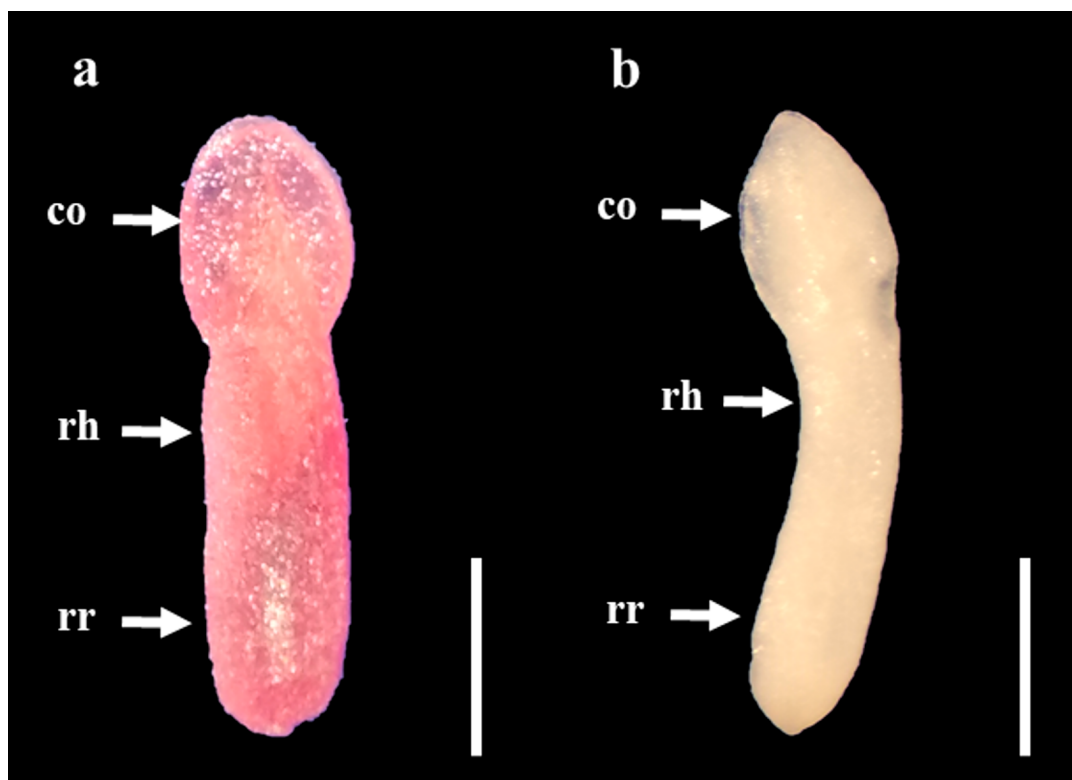


Figura 4. Embrión de *Morinda royoc* L. viable (a) y no viable (b). Cotiledones (co), región del hipocótilo (rh) y región de la radícula (rr). La barra vertical representa 1 mm.

Dado que las semillas juegan un papel importante en la persistencia de las poblaciones de plantas (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia 1993), así como en la restauración y regeneración de ecosistemas (Baskin y Baskin 2005), la información sobre la sensibilidad de las semillas a la deshidratación, la germinación, la dormancia y el comportamiento durante el almacenamiento son esenciales para obtener plántulas vigorosas. Por lo tanto, estudios adicionales sobre las semillas de *M. royoc* son esenciales para delinear estrategias en la conservación y multiplicación de la especie.

CONCLUSIONES

Los frutos, semillas y embriones de *Morinda royoc* L. tienen características representativas del género *Morinda*. Nuestros resultados mostraron semillas con una viabilidad superior al 73 % sin observarse germinación durante un período de 28 días, lo que demuestra la presencia de alguna clase de dormancia fisiológica.

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

CL y YA, concepción de la investigación, recolección, fotografías, análisis e interpretación de los resultados y redacción del manuscrito; JQ, recolección, toma de datos y conformidad con la redacción del manuscrito; RT, diseño, análisis de los resultados y conformidad con la redacción del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto de Ecología y Sistemática (IES) de Cuba, en especial al Dr. Jorge Sánchez Rendón por apoyar los estudios realizados en esta investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses

LITERATURA CITADA

- Afolabi J, Oloyede E, Akala A. 2020. In vitro Propagation of Noni (*Morinda citrifolia* L.) Through Embryo Culture. *Plant Tissue Cult. and Biotech.* 30(2): 199-207. doi: <https://doi.org/10.3329/ptcb.v30i2.50690>
- Ajongbolo F, Oyetunji O, Jamaledine Z, Adedeji A. 2018. Breaking of seed dormancy in *Morinda lucida* Benth. Greener. *Journal of Biochem. and Biotech.* 5(1): 001-008. doi: 10.15580/GJBB.2018.1.062318068
- Altare M, Trione S, Guevara JC, Cony M. 2006. Stimulation and promotion of germination in *Opuntia ficus-indica* seeds. *J. Prof. Assoc. Cactus Dev* 8(1): 91-100.
- Araújo CG, Cardoso VJM. 2007. *Psychotria hoffmanseggiana* (Willd ex Roem. & Schult.) Mull. Arg. and *Palicourea marca-gravii* st. Hil.(Rubiaceae): potential for forming soil seed banks in a Brazilian Cerrado. *Braz. Jour. of Biol.* 67(3): 421-427. doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842007000300006>
- Athugala YS, Jayasuriya KMG, Gunaratne AMTA, Baskin CC. 2016. Morphophysiological epicotyl dormancy in seeds of three *Psychotria* species from Sri Lanka: first record for Rubiaceae. *Seed Sci. Res.* 26(2): 171-181. doi: <https://doi.org/10.1017/S0960258516000027>
- Bacigalupo NM, Novara L. 1996. *Rubiaceae*. *Ap. Bot. de Salta-Serie Flora* 4(3): 1-60.
- Baskin CC, Baskin JM. 2005. Seed dormancy in trees of climax tropical vegetation types. *Trop. Eco.* 46(1): 17-28.
- 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(1): 11-20. doi: <https://doi.org/10.1017/S0960258507383189>
- Baskin CC, Baskin JM. 2014. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego, CA, Academic Press.
- Borroto J, Coll J, Rivas M, Blanco M, Concepción O, Tandrón YA, Hernández M, Trujillo R. 2008. Anthraquinones from in vitro root culture of *Morinda royoc* L. *Plant cell. tiss. and org. cult.* 94(2): 181-187. doi: <https://doi.org/10.1007/s11240-008-9403-z>
- Borroto J, Jerez MAB, Paneca MR, de la Torre MH, Laffite OC, Sánchez RT. 2005. Meroterpenos (Antraquinonas) en diferentes partes de la planta de *Morinda Royoc* L. *Rev. CENIC. Cien. Biol.* 36(1): 1-8.
- Cid GA, Linares Rivero C, Rivas Paneca M, Quiñones-Gálvez J. 2020. Actividad antimicrobiana de extractos crudos bioactivos de raíces de *Morinda royoc* L. crecidas en Cuba. *Rev. Prot. Veg.* 35(1): 1-13.
- Da Silva EA, Toorop PE, van Aelst AC, Hilhorst HWM. 2004. Abscisis acid controls embryo growth potential and endosperm cap weakening during coffee (*Coffea arabica* cv. Rubi) seed germination. *Planta.* 220(2): 251-261. doi: <https://doi.org/10.1007/s00425-004-1344-0>
- Davidse G. 2011. *Flora mesoamericana*. 4: Parte 2. *Rubiaceae* a *Verbenaceae*. Flo. mesoam. S.-S. M. Davidse G, Knapp S, Chiang-Cabrera F. Missouri Botanical Garden, St. Louis. 4: 608 p.
- De Farias ET, Da Silva EA, Toorop PE, Bewley JD, Hilhorst HWM. 2015. Expression studies in the embryo and in the micropylar endosperm of germinating coffee (*Coffea arabica* cv. Rubi) seeds. *Plant Gro. Reg.* 75(2): 575-581. doi: <https://doi.org/10.1007/s10725-014-9960-6>
- Greuter W, Rankin R. 2022. *Plantas Vasculares de Cuba Inventario*. Berlin, Germany: Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin.
- Henriques AT, Lopes SO, Paranhos JT, Gregianini TS, Fett-Neto AG, Schripsema J, Von Poser GL. 2004. N, β -D-Glucopyranosyl vincosamide, a light regulated indole alkaloid from the shoots of *Psychotria leiocarpa*. *Phytochemistry.* 65(4): 449-454. doi: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2003.10.027>
- ISTA. 2016. *International rules for seed testing*. I. S. T. Association. Bassersdorf, Suiza: 192 p.
- Jiménez E, Reyes C, Machado P, Pérez-Alonso N, Capote A, Pérez A, Eichler-Loebermann B. 2011. In vitro propagation of the medicinal plant *Morinda royoc* L. *Biotec. Veg.* 11(1): 43-47.
- Maldonado-Peralta MA, De Los Santos GG, García-Nava JR, Ramírez-Herrera C, Hernández-Livera A, Valdez-Carrasco JM, Corona-Torres T, Cetina-Alcalá VM. 2016. Seed viability and vigor of two nanche species (*Malpighia mexicana* and *Byrsonima crassifolia*). *Seed Sci. Tech.* 44(1): 168-176. doi: <https://doi.org/10.15258/sst.2016.44.1.03>
- Martin AC. 1946. The comparative internal morphology of seeds. *The Ame. Mid. Nat.* 36(3): 513-660. doi: <https://doi.org/10.2307/2421457>
- Mathivanan N, Surendiran G, Srinivasan K, Sagadevan E, Malarvizhi K. 2005. Review on the current scenario of Noni research: Taxonomy, distribution, chemistry, medicinal and therapeutic values of *Morinda citrifolia*. *Int. J. Noni. Res.* 1(1): 1-16.
- Nelson S. 2005. Noni seed handling and seedling production. *Fru. and Nut.*
- Oryem-Origa H. 1999. Fruit and seed ecology of wild robusta coffee (*Coffea canephora* Froehner) in Kibale National Park, Uganda. *Afr. Jour. of Ecol.* 37(4): 439-448. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2028.1999.00200.x>
- Paula SdO, Sousa JAd, Brito ESd, Gallão MI. 2016. The morphological characterization of the dry seeds and reserve mobilization during germination in *Morinda citrifolia* L. *Rev. Ciên. Agron.* 47(3): 556-563. doi: 10.5935/1806-6690.20160067
- Pelissari F, José AC, Fontes MAL, Matos ACB, Pereira WVS, Faria JMR. 2018. A probabilistic model for tropical tree seed desiccation tolerance and storage classification. *New forests* 49: 143-158. doi: <https://doi.org/10.1007/s11056-017-9610-8>
- Pietrobon RdCV, Paoli AAS. 2010. Morfologia da plântula de *Psychotria hoffmannseggiana* (Willd. ex Roem. & Schult.) Müll. Arg.(Rubiaceae, Rubiaceae). *Naturalia* 33(1): 110-116.

- Pino JA, Trujillo R, Linares-Rivero C, Pérez JC. 2021. Volatile compounds of *Morinda royoc* L. fruit at two ripening stages. *Rev. CENIC Cien. Quím.* 52(2): 070-078.
- Ponnaiyan P, Vezhavendan S. 2005. The effect of hot water and acid sulphuric acid on the seed germination of *Morinda citrifolia* L. *Int. Jour. Noni Res.* 1(1): 36-39.
- Salomón Izquierdo S, López Hernández OD, García CM, González Sanabria ML, Fusté Moreno V. 2009. Desarrollo de una tecnología para la obtención de extracto acuoso de hojas de *Morinda citrifolia* L.(noni). *Rev. Cub. de Plan. Med.* 14(2): 0-0.
- Sánchez Rodríguez N, Bu Wong M, Pérez-Saad H, Lara Fernández G, Scull I. 2012. Efecto del zumo de *Morinda citrifolia* L.(noni) en modelos de analgesia. *Rev. Cub. de Plan. Med.* 17(3): 213-216.
- Santana-Buzzy N, Loyola-Vargas V, Valcárcel M, Barzaga M, Hernández M. 2002. The effect of in vitro germination in maintaining germination levels over time in storage for two cultivars of *Coffea arabica* L. *Seed Sci. Tech.* 30(1): 119-129.
- Scull I, Cabrera M, Cabrera I. 2000. Suplemento alimenticio de origen natural y su procesamiento de obtención. Cuba Patente CU22628 A. Cuba. 1: 22.
- Singh D, Medhi R, Manju S, D'Souza A. 2006. Seed germination studies on *Morinda citrifolia*. *Int. Jour. Noni Res.* 1(1): 23-28.
- Vázquez-Yanes C, Orozco-Segovia A. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Ann. Rev. of Eco. and Syst.* 24(1): 69-87. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.24.110193.000441>
- Waki J, Okpul T, Komolong M. 2007. A descriptor list for morphological characterisation of Noni (*Morinda citrifolia* L). *South Pacific Jour. of Nat. and App. Sci.* 25(1): 61-66. doi: <https://doi.org/10.1071/SP07010>