

MORFOLOGÍA Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Euphorbia heterophylla* L. MORPHOLOGY AND GERMINATION OF *Euphorbia heterophylla* L. SEEDS

Autores: Julio R. Ynchausti Rodríguez¹

<https://orcid.org/0000-0002-7843-8542>

Paula Fernandes²

<https://orcid.org/0000-0001-7668-8700>

Carlos Armando Mazorra Calero³

<https://orcid.org/0000-0002-3431-9824>

Yanier Acosta Fernández¹

<https://orcid.org/0000-0001-7017-0556>

Institución: ¹Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Centro de Bioplantas, Ciego de Ávila, Cuba.

²Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo, CIRAD, UPR HortSys, PO Box 6189, Dakar, Senegal.

³Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ciego de Ávila, Cuba.

Correo electrónico: julioryrodriguez@gmail.com

paula.fernandes@cirad.fr

mazorrablanco1995@gmail.com

yacfdez@gmail.com

RESUMEN

El conocimiento de las características morfo-fisiológicas de frutos y semillas es importante para estudiar la forma reproductiva y la posibilidad de domesticar una especie nativa de interés agropecuario o farmacéutico. El propósito de este estudio fue determinar las características morfológicas y la capacidad de germinación de las semillas de *Euphorbia heterophylla* L., debido a su importancia agropecuaria y económica. Se realizaron análisis morfológicos con 20 frutos y 50 semillas recién cosechadas y seleccionadas al azar. Se determinaron las características morfológicas del embrión, así como su desarrollo. Adicionalmente, se estudiaron las características fisiológicas de las semillas a través del contenido de humedad, la viabilidad y la germinación a diferentes fotoperiodos. El fruto maduro de *E. heterophylla* es una cápsula de tres lóbulos con un promedio de 3 semillas por fruto. Las semillas son cónicas con base ancha, carunculadas y de color marrón oscuro. El embrión es

espatulado, con un eje hipocótilo-radícula bien definido y cotiledones en forma de espátula. El contenido de humedad al momento de la cosecha fue de 9,846 %, la viabilidad fue de 75,83 % y el porcentaje de germinación del 55 % en presencia de luz. Los frutos, semillas y embriones de *E. heterophylla* tienen características representativas del género *Euphorbia*. Nuestros resultados sugieren que las semillas germinan en un mayor porcentaje en presencia de luz, sin que se observe dormancia. Este estudio es un punto de partida para trazar futuras estrategias en relación con la domesticación de esta especie, dada la importancia agropecuaria y farmacéutica de la planta.

Palabras clave: Embrión, Endospermo, Germinación, Viabilidad.

ABSTRACT

Knowledge of the morphophysiological characteristics of fruits and seeds is important to study the reproductive form and the possibility of domesticating a native species of agricultural or pharmaceutical interest. The purpose of this study was to determine the morphological characteristics and germination capacity of *Euphorbia heterophylla* L. seeds, due to its agricultural and economic importance. Morphological analyzes were carried out with 20 fruits and 50 seeds recently harvested and randomly selected. The morphological characteristics of the embryo were determined, as well as its development. Additionally, the physiological characteristics of the seeds were studied through moisture content, viability and germination at different photoperiods. The mature fruit of *E. heterophylla* is a three-lobed capsule with an average of 3 seeds per fruit. The seeds are conical with a wide base, carunculate and dark brown in color. The embryo is spatulate, with a well-defined hypocotyl-radicle axis and spatula-shaped cotyledons. The moisture content at harvest time was 9.846 %, the viability was 75.83 % and the germination percentage was 55 % in the presence of light. The fruits, seeds and embryos of *E. heterophylla* have representative characteristics of the genus *Euphorbia*. Our results suggest that the seeds germinate in a higher percentage in the presence of light, without observing dormancy. This study is a starting point to outline future strategies in relation to the domestication of this species, given the agricultural and pharmaceutical importance of the plant.

Keywords: Embryo, Endosperm, Germination, Viability.

INTRODUCCIÓN

Euphorbia heterophylla L. originalmente era una planta nativa de América tropical y subtropical, pero ahora está muy extendida en los trópicos como una maleza de tierras cultivadas y lugares baldíos (Wilson, 1981). Es una planta anual que se esparce por semillas que se desprenden con un mecanismo explosivo y persisten en el suelo hasta que las condiciones favorables permiten la germinación. Adicionalmente, esta especie tiene un crecimiento rápido y alta capacidad de reproducción, lo que causa pérdidas considerables en la productividad de los cultivos de soja, plátano, arroz, frijol y maíz, aunque también en áreas de pastos y urbanas (Vivas, 2018).

Sin embargo, el valor nutricional de *E. heterophylla* fue determinado en 1985 por el Laboratorio Central de Nutrición y Alimentación de Abidjan (Costa de Marfil) y Bindelle *et al.* (2007) demostraron que tiene un buen contenido de proteína cruda (16 % a 27 % de MS) y un contenido de grasa de 7,7 % de MS. Es muy buen alimento para Cerdos de Guinea (*Cavia porcellus* L.) (Grongnet *et al.*, 2013) y el Cuy (*Cavia Porcellus*) (Huamaní *et al.*, 2016). Para los Cerdos de Guinea, la alta disponibilidad, la palatabilidad, la alta digestibilidad y el bajo contenido en fibra (22 % de MS) de *E. heterophylla* la hacen una de las malezas más ingeridas (Kouakou *et al.*, 2010).

Adicionalmente, la hoja de *E. heterophylla* se utiliza en las prácticas médicas tradicionales como laxante, antigonorréico, migraña y curas de verrugas. El latex de la planta se utiliza como veneno para peces e insecticida (Rodríguez; Towers y Mitchell, 1976, Falodun; Agbakwuru y Ukoh, 2003). En algunas partes de África, las hojas se utilizan como remedio anticonvulsivo y para la tos. En este sentido, se ha informado que las hojas de esta especie contienen quercetina (Falodun; Agbakwuru y Ukoh, 2003) y diterpenoides en la raíz (Rowan y Onwukaeme, 2001). Las actividades antiirritantes de la piel, anticancerígenas y recientemente anti-VIH de las especies de *Euphorbia* también se han informado en la hoja de *E. heterophylla* (Williams *et al.*, 1995).

Con base en las potencialidades de *E. heterophylla* y conociendo que es una especie tratada como invasora en la mayoría de los cultivos y que hasta la actualidad no se conocen investigaciones encaminadas al cultivo y/o domesticación de la misma; esta investigación se realizó con el objetivo de determinar las características morfo-fisiológicas de frutos y semillas de *E. heterophylla*; así como la capacidad de germinación como punto de partida para futuras estrategias para la domesticación de la especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Recolección de material vegetal

Los frutos fueron recolectados en mayo de 2022 a partir de plantas cultivadas en canteros en el Centro de Bioplantas, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Ciego de Ávila, Cuba (41°53'N, 78°41'O). Las semillas se separaron de forma natural de los frutos cuando estos se secaron y se abrieron.

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 maduros 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 el género *Euphorbia* por Bolaji *et al.* (2014).

Morfología de semillas y embriones

Se tomaron 50 semillas al azar para medir longitud y ancho 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 el género *Euphorbia* por da Silva; Cordeiro y Caruzo (2015).

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 un pie de rey digital de cuatro dígitos (Stainless Hardened, Alemania) 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 Martin (1946).

Características fisiológicas de las semillas

Contenido de humedad (%): 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 CHS utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{CHS} = \frac{(\text{masa fresca} - \text{masa seca})}{\text{masa fresca}} * 100 \quad \text{ISTA (2016)}$$

Leyenda: **CHS** (contenido de humedad de las semillas, %), **masa fresca** (masa de las semillas antes de colocarlas en la estufa, g) y **masa seca** (masa de las semillas después de secadas en la estufa, g).

Viabilidad (%): Para evaluar la viabilidad se tomaron 100 semillas y se realizó la prueba topográfica del tetrazolio (ISTA, 2016) utilizando una solución al 1 % (v: v) de cloruro de 2, 3, 5 trifenil-2H-tetrazolio (TTZ). 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).

Efecto de la luz en la germinación (%): Para conocer la influencia de la luz en la capacidad de germinación de las semillas se utilizaron cuatro fotoperíodos diferentes (tabla 1). Para cada fotoperíodo se utilizaron cuatro repeticiones de 25 semillas que colocaron a germinar en placas Petri sobre papel de 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 14 días a 30°C, 80 % de humedad relativa y a los diferentes fotoperíodos descritos con anterioridad. La luz fue simulada bajo tubos de luz fluorescente con flujo de fotones fotosintéticos (FFF) de 50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Baskin y Baskin, 2014).

Tabla 1. Fotoperíodos utilizados para la germinación de las semillas de *E. heterophylla*

Tratamientos	Horas de luz	Horas de oscuridad
T ₁	24	0
T ₂	16	8
T ₃	8	16
T ₄	0	24

Análisis estadístico

Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el SPSS (Versión 23.0 para Windows, SPSS Inc.). Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) simple. Las medias de los tratamientos se compararon utilizando la prueba de rangos múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) previa comprobación de los supuestos de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianzas (Levene).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Morfología de los frutos

El fruto de *E. heterophylla* es una cápsula de tres lóbulos, de cubierta blanda y color verde cuando están inmaduros (figura 1, A y B). Después de la madures, son de cubierta dura, con aspecto rugoso, color carmelita oscuro y pequeñas manchas color crema, además, cuando están completamente maduros son dehiscentes, lo que facilita la dispersión de las semillas (figura 1, A y C).

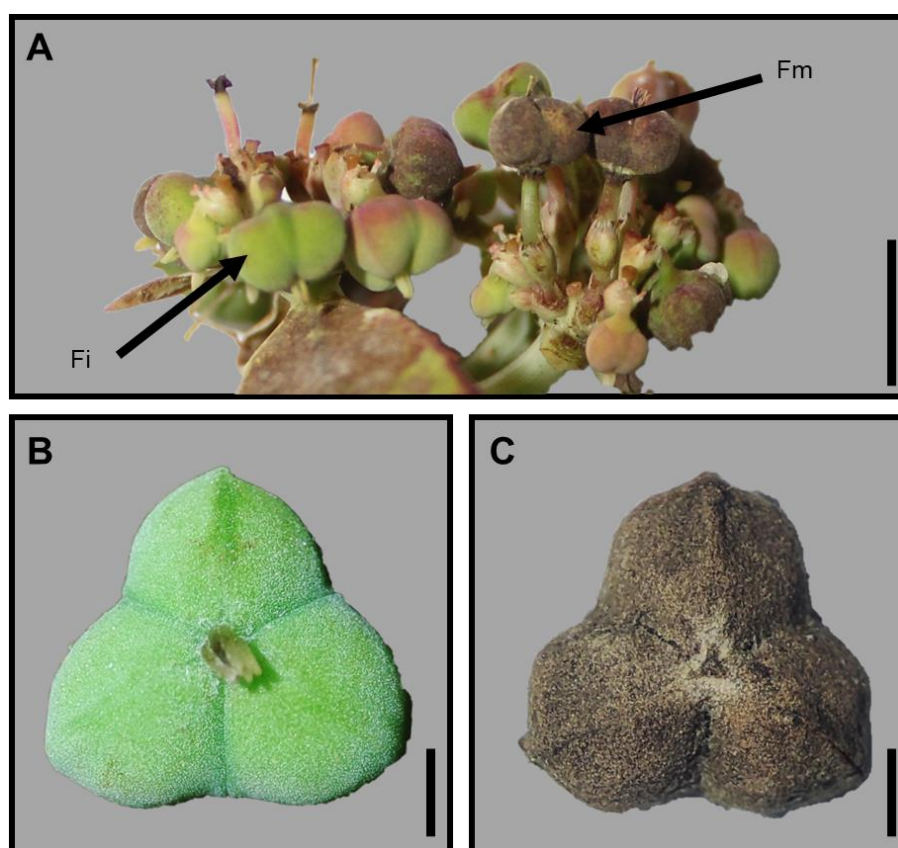


Figura 1. Características morfológicas de los frutos de *Euphorbia heterophylla* L. Frutos con varios estados de madures en la planta (A), fruto inmaduro (B) y fruto maduro (C). (Fi) fruto inmaduro y (Fm) Fruto maduro. La barra vertical representa (A) 1 cm y (B-C) 1 mm.

Los frutos contienen tres semillas (una por lóbulo) y la altura promedio de los frutos es de $3,408 \pm 0,34$ mm y un el diámetro de $4,663 \pm 0,41$ mm, con una masa de $0,011 \pm 0,004$ g (tabla 2).

Tabla 2. Características cuantitativas de los frutos de *Euphorbia heterophylla* L.

Altura	mm	$3,408 \pm 0,34$
Diámetro	mm	$4,663 \pm 0,41$
Masa	g	$0.011 \pm 0,004$
Semillas por fruto	-	$3,00 \pm 0,00$

Media \pm Error estándar de la media

Morfología de semillas y embriones

Las semillas de *E. heterophylla* son cónicas con base ancha, carunculadas y de color marrón oscuro al madurar (figura 2, A y B). La testa es de aspecto rugosa e irregular con pequeñas manchas blanquecinas casi indistinguibles (figura 2, B). Internamente están compuesta por una testa, seguida de un endospermo de color blanquecino y un embrión de tamaño grande en relación con la semilla (relación embrión/semilla de $79,53 \pm 4,81\%$) (figura 2, C).

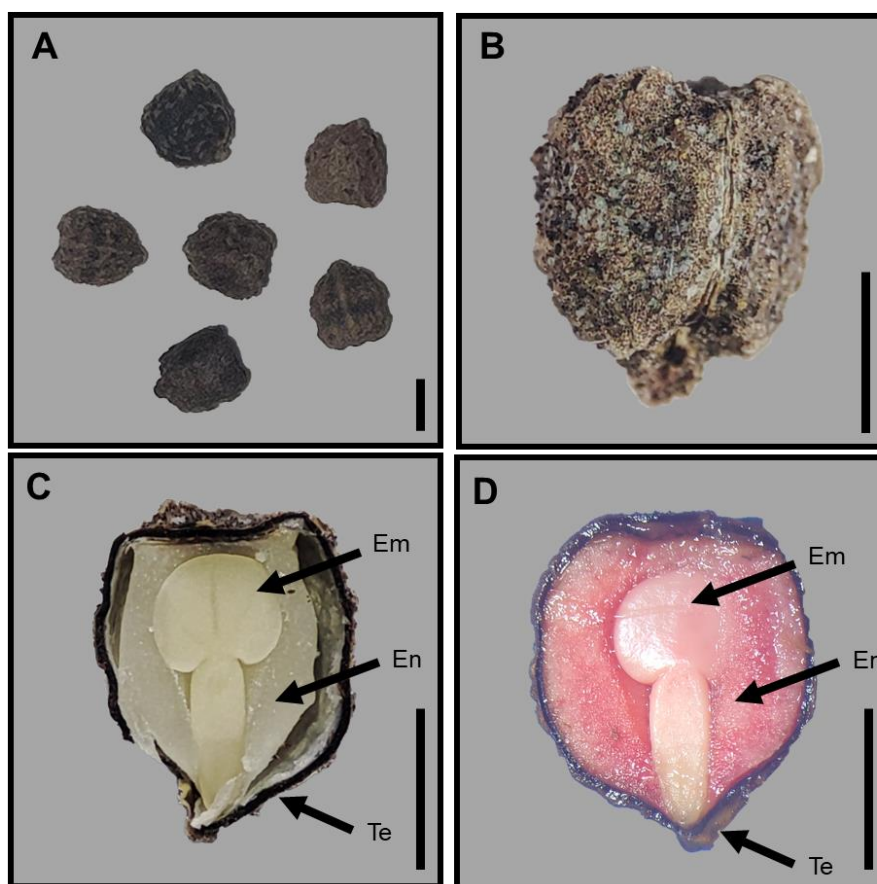


Figura 2. Características morfológicas externas (A-B) e internas (C-D) de las semillas de *Euphorbia heterophylla* L. (Em) embrión; (En) endospermo y (Te) testa. La barra vertical representa 1 mm.

La altura promedio de las semillas es de $2,186 \pm 0,20$ mm, con un ancho de $2,159 \pm 0,16$ mm y una masa individual de $6,013 \pm 0,51$ mg y de 1 000 semillas de $6,051 \pm 0,38$ g (tabla 3).

Tabla 3. Características cuantitativas de las semillas de *Euphorbia heterophylla* L.

Altura	mm	$2,186 \pm 0,20$
Diámetro	mm	$2,159 \pm 0,16$

Masa de una semilla	mg	6,013±0,51
Masa de 1 000 semillas	g	6,051±0,38
Relación embrión/semilla	%	79,53±4,81
Contenido de humedad	%	9,846±0,25
Viabilidad	%	75,83±4,92

Media ± Error estándar de la media

Características fisiológicas de las semillas

El contenido de humedad de las semillas de *E. heterophylla* al momento de la cosecha fue de $9,846 \pm 0,25$ % (tabla 3). La viabilidad de las semillas recién cosechadas fue de $75,83 \pm 4,92$ % (tabla 3), mostró una coloración rosada intensa en el embrión viable (figura 2, D), mientras que los embriones no viables mantuvieron su color inicial (figura 2, C). Después de 14 días de evaluación se observó que el mayor porcentaje de germinación de las semillas fue con un fotoperiodo de 24 h luz y 0 h oscuridad, mostrando diferencias estadísticas con el resto de fotoperiodos estudiados (figura 3).

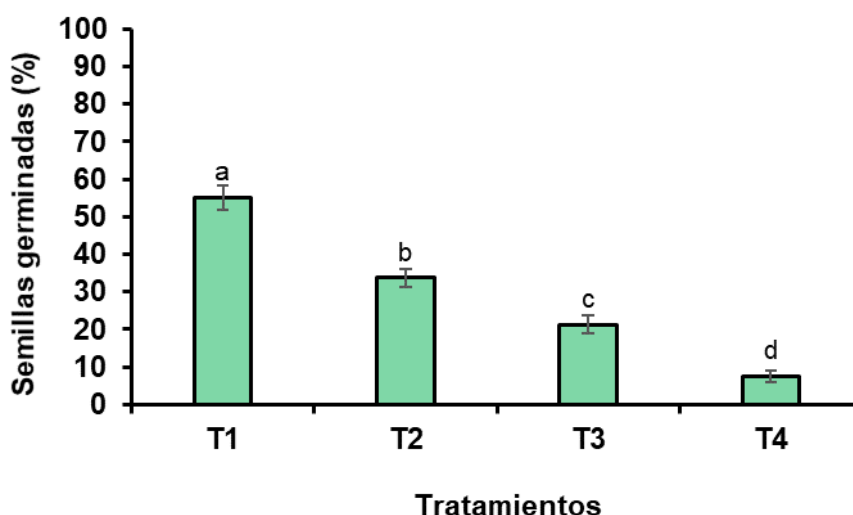


Figura 3. Germinación de las semillas de *Euphorbia heterophylla* L. T1, 24 h luz y 0 h oscuridad; T2, 16 h luz y 8 h oscuridad; T3, 8 h luz y 16 h oscuridad y T4, 0 h luz y 24 h oscuridad. Solo para el procesamiento estadístico los datos se transformaron según $y' = 2 \cdot \arcsen((y/100)^{0,5})$. Las barras verticales indican media ± error estándar de la media.

Las características morfológicas observadas en los frutos y semillas de *E. heterophylla* corresponden a las descripciones realizadas por da Silva; Cordeiro y Caruzo (2015) para el género *Euphorbia*. La dehiscencia explicada para estos frutos se debe a un mecanismo representativo de *Euphorbia* y es el resultado de la presencia del tejido de separación situado entre los carpelos a lo largo de sus suturas ventrales, y a veces las suturas dorsales, como resultado de su separación entre sí o del eje central (Gagliardi *et al.*, 2012).

Las semillas tienen las características estructurales básicas de *Euphorbia* (Corner y Corner, 1976). Según este autor, las semillas son exotegmicas, en las que la capa mecánica consiste en una epidermis externa con empalizada y células más o menos prismáticas. Con base en la clasificación de embriones formulada por Martin (1946), el embrión de *E. heterophylla* se inserta dentro de la división axilar; la subdivisión foliada, y el tipo espatulado. En sentido general, tanto la semilla como el embrión de esta especie presentan la estructura general informada con anterioridad para la subfamilia Euphorbioideae (Tokuoka y Tobe, 2002) y el género *Euphorbia* (Bolaji *et al.*, 2014, da Silva; Cordeiro y Caruzo, 2015).

El contenido de humedad en las semillas al momento de la cosecha ($9,846 \pm 0,25$ %) es típico de semillas ortodoxas (Ellis *et al.*, 2018, Gutiérrez; Pernús y Sánchez, 2020, Freire *et al.*, 2021) y se ajusta a la dehiscencia descrita con anterioridad para los frutos. Sin embargo, se requieren más estudios para determinar la sensibilidad a la deshidratación de las semillas de esta especie. La viabilidad de las semillas no superó el $75,83 \pm 4,92$ % y estuvo en el rango de lo informado para esta especie por Aarestrup *et al.* (2008). El porcentaje de germinación varió entre los fotoperíodos, pero no superó el 55 % en ninguno de los tratamientos lo que concuerda con el estudio realizado por Aarestrup *et al.* (2008). Sin embargo, resultados obtenidos por Brecke (1995), Suda y Giorgini (2000) y Bannon; Baker y Rogers (1978) en esta especie sitúan el porcentaje de germinación cerca del 100 % en dependencia de la temperatura y el fotoperíodo utilizado. En estas investigaciones, al igual que en la nuestra, la presencia de luz es un requisito necesario para la germinación.

En relación con la germinación de *E. heterophylla*, Wilson (1981) y Aarestrup *et al.* (2008), sugirieron la presencia de dormancia en esta especie. Sin embargo, en correspondencia con los estudios de dormancia realizados por Baskin y Baskin (2014) y los resultados obtenidos en nuestra investigación, podemos concluir que no existe dormancia en las semillas de esta especie al poseer un embrión completamente desarrollado y diferenciado en órganos, poseer una testa permeable al agua y germinar más del 50 % de las semillas en un corto período de tiempo (14 d). No obstante, los factores externos (principalmente la temperatura) si pueden incidir en la germinación de las semillas, por lo que se requieren estudios adicionales en este sentido para aportar elementos indispensables para lograr la domesticación de la especie.

CONCLUSIONES

Los frutos, semillas y embriones de *E. heterophylla* tienen características representativas de la familia *Euphorbiaceae*. Los resultados sugieren que las semillas germinan en un mayor porcentaje en presencia de luz, sin que se observe dormancia, aunque es preciso estudios posteriores para conocer la influencia de la temperatura en la germinación de las semillas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AARESTRUP, J. ... [et al.] (2008). Análise da viabilidade de sementes de *Euphorbia heterophylla*. *Planta Daninha*. Vol. 26, No. 3, pp. 515-519.
- BANNON, J., BAKER, J. y ROGERS, R. (1978). Germination of wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*). *Weed Science*. Vol. 26, No. 3, pp. 221-225.
- BASKIN, C. C. y BASKIN, J. M. (2014). Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego, CA, Academic Press. 2nd ed., 1586 p.
- BINDELLE, J. ... [et al.] (2007). Voluntary intake, chemical composition and in vitro digestibility of fresh forages fed to Guinea pigs in periurban rearing systems of Kinshasa (Democratic Republic of Congo). *Tropical Animal Health and Production*. Vol. 39, No. 1, pp. 419-426.
- BOLAJI, A. O. ...[et al.] (2014). Morphological and cytological studies of *Euphorbia hyssopifolia* L. and *Euphorbia heterophylla* L. from Ile-Ife, Nigeria. *Nigerian Journal of Genetics*. Vol. 28, No. 2, pp. 15-18. 10.1016/j.nigjg.2015.06.003.
- BRECKE, B. J. (1995). Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) germination and emergence. *Weed Science*. Vol. 43, No. 1, pp. 103-106.
- CORNER, E. J. H. y CORNER, E. J. H. (1976). The Seeds of Dicotyledons: Volume 1, Cambridge University Press.
- DA SILVA, O. L. M., CORDEIRO, I. y CARUZO, M. B. R. (2015). Seed morphology in *Euphorbia* and its taxonomic applications: a case study in São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*. Vol. 39, No. 1, pp. 349-358. 10.1007/s40415-015-0228-9.
- ELLIS, R. H., ...[et al.]. (2018). Medium-term seed storage of 50 genera of forage legumes and evidence-based genebank monitoring intervals. *Gen. Res. and Crop. Evol.* Vol. 65, No. 2, pp. 607-623. doi: 10.1007/s10722-017-0558-5.

- FALODUN, A., AGBAKWURU, E. y UKOH, G. (2003). Antibacterial activity of *Euphorbia heterophylla* Linn. (Family-Euphorbiaceae). *Biological Sciences-PJSIR*. Vol. 46, No. 6, pp. 471-472.
- FREIRE, J., ...[et al.]. (2021). Drying and storage of *Melanoxylon brauna* Schott. seeds. *Braz. Jour. of Biol.* Vol. 81, No. 2, pp. 464-473. doi: 10.1590/1519-6984.232578.
- GAGLIARDI, K. B. ... [et al.] (2012). Structure and development of fruits and seeds of weed species of Euphorbiaceae. *Acta Botanica Brasílica*. Vol. 26, No. 1, pp. 38-45.
- GRONGNET, J.F. ... [et al.] (2013). Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus* L.). *Meat science*. Vol. 93, No. 4, pp. 821-826.
- GUTIÉRREZ, A., PERNÚS, M. y SÁNCHEZ, J. A. (2020). Rasgos funcionales de semillas de *Calycophyllum candidissimum* (Rubiaceae), árbol pionero del Neotrópico. *Rev. Jar. Bot. Nac.* Vol. 41, No. 1, pp. 71-77.
- HUAMANÍ, G. ... [et al.] (2016). Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. Vol. 27, No. 3, pp. 486-494.
- ISTA. (2016). International rules for seed testing. I. S. T. Association. Bassersdorf, Suiza, 192 p.
- KOUAKOU, N. ... [et al.] (2010). Ingestion et digestibilité in vivo du *Panicum maximum* associé à trois compléments: tourteau de *Jatropha curcas*, tourteau de coton (*Gossypium hirsutum*) et *Euphorbia heterophylla* chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.). *Tropicultura*. Vol. 28, No. 3, pp. 173-177.
- MALDONADO-PERALTA, M. A. ... [et al.] (2016). Seed viability and vigour of two nanche species (*Malpighia mexicana* and *Byrsonima crassifolia*). *Seed Sci. Tech.* Vol. 44, No. 1. pp. 168-176. doi: 10.15258/sst.2016.44.1.03.
- MARTIN, A. C. (1946). The comparative internal morphology of seeds. *The Ame. Mid. Nat.* Vol. 36, No. 3, pp. 513-660. doi: 10.2307/2421457.
- RODRIGUEZ, E., TOWERS, G. y MITCHELL, J. (1976). Biological activities of sesquiterpene lactones. *Phytochemistry*. Vol. 15. No. 11, pp. 1573-1580.
- ROWAN, N. y ONWUKAEME, D. (2001). Deterpnoid esters of Euphorbiaceae in *Euphorbia hyles*. *Nig. J. Pharmacol.* Vol. 32, No. 1, pp. 60-64.

- SUDA, C. N. y GIORGINI, J. F. (2000). Seed reserve composition and mobilization during germination and initial seedling development of *Euphorbia heterophylla*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. Vol. 12, No. 2, pp. 226-245.
- TOKUOKA, T. y TOBE, H. (2002). Ovules and seeds in Euphorbioideae (Euphorbiaceae): structure and systematic implications. *Journal of Plant Research*. Vol. 115, No. 1. pp. 361-374.
- VIVAS, J. (2018). Especies exóticas invasoras Lantana cámara y *Euphorbia heterophylla*: implicaciones para espacios protegidos de Ecuador. Master. Quevedo: UTEQ.
- WILSON, A. (1981). *Euphorbia heterophylla*: a review of distribution, importance and control. *International Journal of Pest Management*. Vol. 27, No. 1, pp. 32-38.
- WILLIAMS, C.A. ... [et al.] (1995). A biologically active lipophilic flavonol from *Tanacetum parthenium*. *Phytochemistry*. Vol. 38, No. 1, pp. 267-270.