

SAUROCORÍA EN COCODRILOS NO FAVORECE LA DISPERSIÓN Y LA VIABILIDAD DE SEMILLAS

Saurochory in crocodiles does not favor seed dispersal and viability

Mariana GONZÁLEZ-SOLÓRZANO¹^{*}, Monserrat A. GÓMEZ-TORRES¹^{*}, Marco A. LÓPEZ-LUNA^{1,2}^{*}, Armando H. ESCOBEDO-GALVÁN³

¹. Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana. Av. Dr. Luis Castelazo, Col. Industrial Ánimas, Xalapa-Enríquez 91190, Veracruz, México.

². División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Cárdenas km 0.5 Villahermosa, Tabasco 86039 México.

³. Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, Av. Universidad 203, Puerto Vallarta 48280, Jalisco, México.

* **For correspondence:** mgs_1503@hotmail.com

Received: 25th June 2020. **Returned for revision:** 14th October 2020. **Accepted:** 26th January 2021.

Associate Editor: Martha Ramírez Pinilla

Citation/ citar este artículo como: González-Solórzano, M., Gómez-Torres, M. A., López-Luna, M. A., y Escobedo-Galván, A. H. (2022). Saurocoría en cocodrilos no favorece la dispersión y viabilidad de semillas. *Acta Biológica Colombiana*, 27(1), 131-134. <https://doi.org/10.15446/abc.v27n1.88615>

RESUMEN

La dispersión de semillas por reptiles (saurocoría) ha recibido atención recientemente y se ha reportado el consumo de frutos y semillas en cocodrilianos, actuando como potenciales dispersores de semillas. Evaluamos si la saurocoría en *Crocodylus actus* y *C. moreletii* afecta la viabilidad de tres especies de plantas *Delonix regia*, *Inga* sp. y *Citrullus lanatus*. Se utilizaron tres individuos juveniles de cada especie de cocodrilo y se alimentaron con 22 semillas por especie de planta, para un total de 66 semillas por recinto (132 para ambos). Las semillas se mezclaron con la dieta habitual cada semana, las semillas no consumidas y las excretadas se recolectaron y sembraron en suelo tratado con composta para evaluar la tasa de germinación relativa. Un total de 99 semillas fueron consumidas pero solo se recuperaron de las heces 14 semillas de *C. lanatus*, y germinando solo una de ellas (7, 14 %) con respecto al 50 % en el grupo control. Los resultados indican que la saurocoría de *C. acutus* y *C. moreletii* tiene un efecto negativo sobre la viabilidad de las semillas de las especies vegetales estudiadas, concordando con otros estudios realizados en diferentes especies.

Palabras clave: Crocodylia, endozoocoría, frugivoría, interacción planta-animal, Reptilia.

ABSTRACT

Seed dispersal by reptiles (saurochory) has recently received attention, and the consumption of fruits and seeds has been reported in crocodilians despite being mainly carnivores, acting as potential seed dispersers. We evaluate whether saurochory by *Crocodylus acutus* and *C. moreletii* affect the seed viability of three species of plants (*Delonix regia*, *Inga* sp., and *Citrullus lanatus*). We performed feeding trials, using three juvenile individuals of each species of crocodile, and fed them 22 seeds per plant species for a total of 66 seeds per enclosure (132 for both species). Seeds were combined with the usual diet each week. The unconsumed and excreted seeds were collected and planted in soil treated with compost to evaluate the relative germination rate. A total of 99 seeds were consumed, of which only 14 seeds of *C. lanatus* were recovered from the faeces, and only one of those germinated (7.14 %) with respect to 50 % in the control group. The results indicate that saurochory by *C. acutus* and *C. moreletii* has a negative effect on seed viability and germination of the plant species studied, as found in other studies using different species.

Keywords: Crocodylia, endozoochory, frugivory, plant-animal interaction, Reptilia.

Las interacciones planta-animal engloban una amplia gama de vínculos biológicos, como los mutualismos, donde las especies interactuantes resultan beneficiadas. La dispersión de semillas por animales (zoocoría) es un proceso que influye en la distribución y la germinación de las plantas, al mismo tiempo que funcionan como fuente de alimentación y nutrientes de sus consumidores (Jordano et al., 2011). Cuando los animales consumen frutos y semillas, se convierten en potenciales dispersores de especies vegetales al diseminar las semillas a través de las heces (endozoocoría) (Revilla y Encinas-Viso, 2015). Se ha documentado que este proceso ecológico puede ser realizado por reptiles, a lo que se le denomina como saurocoría (Godínez-Álvarez, 2004). Algunos estudios han demostrado que la saurocoría favorece la dispersión y la germinación de semillas consumidas (Godínez-Álvarez, 2004; Strong y Fragoso, 2006). Sorprendentemente, y pese a ser considerados principalmente carnívoros, se ha reportado la ingesta de semillas por diferentes especies del orden Crocodylia (revisado por Platt et al., 2013), sugiriendo un nuevo rol ecológico para estos arcosaurios dentro del ecosistema que habitan. Sin embargo, se ha especulado que el consumo de semillas en cocodrilos puede ser accidental, al cazar, o por ingesta secundaria al consumir especies frugívoras (Nogales et al., 2002).

Hasta la fecha, sólo se han realizado dos estudios para evaluar si las semillas ingeridas por algunas especies de cocodrilos son viables (Rosenblatt et al., 2014; González-Solórzano et al., 2016). Ambos estudios coinciden en que las semillas recuperadas, no fueron viables para su germinación. Aunque esto podría sugerir que los cocodrilos no favorecen la germinación de semillas consumidas, hasta ahora no se han realizado experimentos que evalúen si los diferentes tipos de testa en las semillas podrían jugar un papel importante para determinar el efecto de saurocoría por cocodrilos en la dispersión y la germinación de semillas. Algunas especies vegetales poseen semillas con testas gruesas e impermeables (semillas duras), por lo que requieren de un proceso de escarificación para una óptima germinación (Colombo-Speroni y De Viana, 2000), el cual puede ser logrado a través de la endozoocoría. El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de la saurocoría por *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) y *Crocodylus moreletii* (Bibron y Duméril, 1951) sobre la viabilidad de germinación de tres especies de semillas con diferente tipo de testa.

El estudio se realizó de septiembre a octubre de 2016 en la Unidad de Manejo y Aprovechamiento de la Vida Silvestre "CICEA" dentro de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, en la ciudad de Villahermosa, Tabasco, México (clave INE/CITES/DFYFS-CR-IN-0023-TAB/99, número de registro ambiental UJASY2700411). Se seleccionaron tres *C. acutus* y tres *C. moreletii* juveniles entre 1 m y 1,15 m, colocados por especie dentro de dos contenedores de plástico de 2 m x 1,58 m con capacidad de 400 L. Tuvieron una semana de

adaptación en los contenedores y durante ese periodo no fueron alimentados. Pasado el tiempo de adaptación, se suministró 2,1 kg de vísceras de res a cada contenedor una vez por semana. Se seleccionaron tres tipos de semillas: 1) *Delonix regia* (Bojer y Hook, 1836) de testa dura (Solichatun et al., 2016), las cuales fueron colectadas en la laguna de Las Ilusiones (18°00'41" N, y 92°55'55" O), 2) *Inga* sp. con testa media (Leon, 1966), colectadas dentro de las instalaciones del CICEA (17°59'27" N, y 92°58'08" O), y por último 3) *Citrullus lanatus* ([Thumb] Matsum y Nakai, 1916) de testa suave (Grange et al., 2003), se obtuvieron de manera comercial.

El experimento se realizó durante cuatro semanas consecutivas. Cada tratamiento se inició el lunes, dejando seis días entre tratamientos para asegurar la completa digestión, ya que el tiempo de retención intestinal era aproximadamente de cuatro días en ambas especies de cocodrilos (González-Solórzano, obs. pers.). La primera semana se adicionó el alimento con 15 semillas de *D. regia*, para la segunda semana se suministraron 15 semillas de *Inga* sp., en la tercera semana el alimento se ofreció con 15 semillas de *C. lanatus* y para la cuarta semana se mezcló con siete semillas de cada especie. En total se ofrecieron 66 semillas en cada contenedor. Después de 24 h, el alimento no consumido fue retirado y se limpiaron los contenedores. Las semillas no consumidas y las semillas recuperadas de las excretas se sembraron en condiciones de invernadero tratado con composta. Las semillas no consumidas se utilizaron como control para evaluar la tasa relativa de germinación de las semillas consumidas. Los contenedores se revisaron diariamente después de la ingesta de cada tratamiento para recolectar las semillas excretadas. La tasa de germinación de las semillas consumidas (número de semillas germinadas / cantidad de semillas recuperadas) y los controles se evaluaron durante 30 días. Se realizaron tres pruebas independientes de Chi-cuadrado. La primera fue para evaluar el número de semillas consumidas por especie vegetal y especie de cocodrilo. La segunda para comparar el número de semillas consumidas y recuperadas por especie de cocodrilo, y, por último, se comparó el porcentaje de semillas germinadas como control y las semillas recuperadas de excretas.

En la Tabla 1 se muestra el número de semillas consumidas por especie de planta y cocodrilo, así como el número de semillas recuperadas y germinadas. No hubo diferencias en la cantidad de las diferentes especies de semillas consumidas por especie de cocodrilo ($\chi^2 = 0,64$, g.l. = 2, $p = 0,73$). Solo se recuperaron por medio de las excretas 14 semillas pertenecientes a *C. lanatus* (Tabla 1). El número de semillas recuperadas por especie de cocodrilo fue diferente (*C. acutus* 92,85 % vs *C. moreletii* 7,14 %; $\chi^2 = 6,2$, g.l. = 1, $p = 0,01$). El porcentaje de germinación de semillas de *C. lanatus* control fue de 50 %, mientras que el porcentaje de germinación de las semillas recuperadas por medio de las excretas fue de 7,14 % ($\chi^2 = 6,3$, g.l. = 1, $p = 0,01$).

Tabla 1. Comparación de la cantidad de semillas ingeridas, recuperadas y germinadas que se han reportado en tres especies del orden Crocodylia. *N. D. = no datos.

Especie de Crocodylia	Especie vegetal	Semillas ingeridas	Semillas recuperadas	Semillas germinadas	Referencia
<i>Alligator mississippiensis</i>	<i>Annona glabra</i>	N.D.	20	0	Rossenblatt et al. (2014)
<i>Crocodylus acutus</i>	<i>Leucaena lanceolata</i>	195	131	4	González-Solórzano et al. (2016)
	<i>Delonix regia</i>	15	0	N.D.	Este trabajo
	<i>Inga</i> sp.	17	0	N.D.	Este trabajo
<i>Crocodylus moreletii</i>	<i>Citrullus lanatus</i>	20	13	1	Este trabajo
	<i>Delonix regia</i>	12	0	N.D.	Este trabajo
	<i>Inga</i> sp.	19	0	N.D.	Este trabajo
	<i>Citrullus lanatus</i>	16	1	0	Este trabajo

Los resultados del experimento sugieren que la saurocoria de *C. acutus* y *C. moreletii* tiene un efecto negativo sobre la viabilidad de las especies vegetales estudiadas. Las únicas semillas que lograron pasar por el tracto digestivo de los cocodrilos fueron de testa suave (*C. lanatus*). Esperábamos que *D. regia* e *Inga* sp., tuvieran una mayor viabilidad en la germinación, ya que especies de familia Fabaceae presentan latencia física en las semillas, debido a la testa impermeable que las rodea y requiriendo de procesos previos que rompan la latencia (Jaganathan et al., 2016). Solichatun et al. (2016) demostraron que el porcentaje de germinación de *D. regia* es bajo si no pasa por un tratamiento pregerminativo, aumentando del 22 % al 95 % tras el proceso de escarificación.

Al finalizar nuestro experimento, uno de los individuos de *C. acutus* murió (aparentemente por causas naturales), lo que permitió realizar una necropsia. Las semillas de *D. regia* se encontraron intactas en el estómago del animal, mientras que las de *Inga* sp. fueron parcialmente digeridas.

Una posible explicación es que los cocodrilos suelen retener en el estómago objetos duros o indigestibles por varias semanas y posiblemente son utilizados como gastrolitos para la trituración de los alimentos (Nifong et al., 2012). En los trabajos sobre saurocoria en cocodrilos (Rosenblatt et al., 2014; González-Solórzano et al., 2016) las semillas se obtuvieron directamente del estómago de los animales mediante lavados estomacales. González-Solórzano et al. (2016) encontraron semillas 16 días posteriores a la ingesta. Esto podría apoyar el hecho de que objetos indigestibles pueden permanecer en el estómago por periodos prolongados de tiempo.

En este estudio solo las semillas de testa suave fueron excretadas; esto podría estar asociado a que la apertura del conducto pilórico al duodeno de los cocodrilos es pequeña y evita la salida de cuerpos extraños y de gran tamaño hacia el intestino delgado que pudieron ser tragados accidentalmente o ser parte del alimento (Huchzermeyer, 2003). La longitud de las semillas de *C. lanatus* pudo haber

favorecido el paso por el tracto digestivo; aunque esto resulta discordante ya que, en otras especies de dispersores primarios y secundarios (aves y mamíferos), se ha reportado que el tiempo de retención intestinal es mayor en semillas pequeñas que en semillas grandes (Fukui, 2003; Stevenson y García, 2003). A pesar de que se han reportado semillas y frutos presentes en los contenidos estomacales o en las excretas de diversas especies del orden Crocodylia (Platt et al., 2013), los resultados de este experimento, al igual que en los estudios previos, sugieren preliminarmente que la saurocoria por cocodrilos no favorece la germinación de las especies vegetales estudiadas. Sin embargo, dado a las limitaciones de esta y las otras investigaciones, es necesario realizar estudios más exhaustivos para determinar el papel de los cocodrilos como posibles dispersores de semillas dentro del ecosistema.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Carolina Sánchez Arias por el apoyo para realizar los experimentos. A la UMA CICEA de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por proporcionar apoyo logístico y facilidad para trabajar con los cocodrilos. A la beca CONACYT No.752880 otorgada a MGS, la cual permitió terminar el manuscrito. A los revisores por las aportaciones realizadas que ayudaron a mejorar la calidad del escrito.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

REFERENCIAS

Colombo-Speroni, F., y De Viana, M. L. (2000). Requerimientos de escarificación en semillas de especies autóctonas e invasoras. *Austral Ecology*, 10,123-131.

- Fukui, A. (2003). Relationship between seed retention time in bird's gut and fruit characteristics. *Ornithological Science*, 2(1), 41-48. <https://doi.org/10.2326/osj.2.41>
- Godínez-Álvarez, H. (2004). Pollination and seed dispersal by lizards: a review. *Revista chilena de historia natural*, 77(3), 569-577. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2004000300015>
- González-Solórzano, M., Rosenblatt, A. E., Cupul-Magaña, F. G., Hernández-Hurtado, P. S., Vega-Villasante, F., Hernández-Hurtado, H., y Escobedo-Galván, A. H. (2016). Saurochory in the American crocodile. Are American crocodiles capable of dispersing viable seeds? *The Herpetological Bulletin*, 138, 10-12.
- Grange, S., Leskovar, D. I., Pike, L. M., y Cobb, B. G. (2003). Seedcoat structure and oxygen-enhanced environments affect germination of triploid watermelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128(2), 253-259. <https://doi.org/10.21273/JASHS.128.2.0253>
- Huchzermeyer, F. W. (2003). *Crocodiles: Biology, Husbandry and Diseases* (p. 14-16). CABI publishing. <https://doi.org/10.1079/9780851996561.0001>
- Jaganathan, G. K., Wu, G. R., Han, Y. -Y., y Liu, B. L. (2016). Role of the lens in controlling physical dormancy break and germination of *Delonix regia* (Fabaceae: Caesalpinioideae). *Plant Biology*, 19(1), 53-60. <https://doi.org/10.1111/plb.12451>
- Jordano, P., Forget, P. -M., Lambert, J. E., Böhning-Gaese, K., Traveset, A., y Wright, J. S. (2011). Frugivores and seed dispersal: mechanisms and consequences for biodiversity of a key of ecological interaction. *Biology Letters*, 7, 321-323. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2010.0986>
- Leon, J. (1966). Central American and West Indian species of *Inga* (Leguminosae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 53(3), 265-359. <https://doi.org/10.2307/2394958>
- Nifong, J., Rosenblatt, A. E., Johnson, N. A., Barichivich, W., Silliman, B. R., y Heithaus, M. R. (2012). American Alligator digestion rate of Blue Crabs and its implications for stomach-contents analysis. *Copeia*, 3, 419-423. <https://doi.org/10.1643/CE-11-177>
- Nogales, M., Quilis, V., Medina, F. M., Mora, J. L., y Trigo, L. S. (2002). Are predatory birds effective secondary seed dispersers? *Biological Journal of the Linnean Society*, 75(3), 345-352. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8312.2002.00024.x>
- Platt, S. G., Elsey, R. M., Liu, H., Rainwater, T. R., Nifong, J. C., Rosenblatt, A. E., Heithaus, M. R., y Mazzotti, F. J. (2013). Frugivory and seed dispersal by crocodilians: an overlooked form of saurochory? *Journal of Zoology*, 291(2), 87-99. <https://doi.org/10.1111/jzo.12052>
- Revilla, T. A., y Encinas-Viso, F. (2015). Ecología y evolución de la endozoocoría. *Acta Biologica Venezuelica*, 35(2), 187-215.
- Rosenblatt, A. E., Zona, S., Heithaus, M. R., y Mazzotti, F. J. (2014). Are seed consumed by crocodilians viable? A test of the crocodilian saurochory hypothesis. *Southeastern Naturalist*, 13(3), 26-29. <https://doi.org/10.1656/058.013.0304>
- Solichatun, S., Santosa, S., Dewi, K., y Pratiwi, R. (2016). The effects of physical and hormonal treatments on dormancy breaking and the changes in seed coat ultrastructure of *Delonix regia*. *Nusantara Bioscience*, 8(1), 94-102. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n080117>
- Stevenson, P. R., y García, C. (2003). Modelos para predecir las distancias de dispersión de semillas por mico churucos (*Lagothrix lagothricha*): aportes de estudio en campo y cautiverio. *Biotropica*, 8(2), 13-22. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00185.x>
- Strong, J. N. y Fragoso, J. M. V. (2006). Seed dispersal by *Geochelone carbonaria* and *Geochelone denticulata* in Northwestern Brazil. *Biotropica*, 38(5), 683-686. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00185.x>