

## Una ventana al fin del mundo de los dinosaurios

SERGIO LEONEL GARCÍA LARA

Escuela Preparatoria Estatal Número 8, “Carlos Castillo Peraza”, Secretaría de Educación Pública. Calle 51 s/n x 58 y 60, Fraccionamiento Francisco de Montejo, 97203, Mérida, Yucatán, México.  
[leogalar@gmail.com](mailto:leogalar@gmail.com)

Abril trajo importantes noticias para la ciencia: la primera fotografía de un agujero negro, una nueva especie de hombre prehistórico (el *Homo luzonensis*) y Tanis, un sitio paleontológico en Dakota del Norte, que su descubridor afirma describe los primeros sucesos posteriores al impacto del asteroide, que marcó el final del periodo Cretácico hace 66 millones de años. Esta semana, “Desde el Herbario CICY” dedica sus páginas a la extinción de los dinosaurios, revisando la teoría del impacto, las evidencias que la respaldan, el problema de los 3 metros en el registro fósil y el papel Tanis para superarlo.

**Palabras clave:** Cráter de Chicxulub, Lagerstätte, Paleontología, Seiche, Tanis.

### Introducción

Los dinosaurios, a pesar que se extinguieron hace millones de años, continúan despertando nuestra curiosidad e imaginación porque cada cierto tiempo, cuando pensamos que ya no podrían volver a impresionarnos, descubrimos algo nuevo sobre ellos. Hace algún tiempo nos maravillamos al observar a los primeros dinosaurios con plumas, aunque no las usaban para volar. También, nos quedamos atónitos cuando escuchamos la irremediable conclusión que las aves también son dinosaurios, una afirmación tan válida como decir que los humanos somos mamíferos. Asimismo, nos intriga saber por qué todos los dinosaurios (excepto las aves) desaparecieron, después de haber dominado el planeta por 160 millones de años. Entender la causa de su extinción podría ser muy importante para cierto primate que está leyendo este ensayo, con apenas 200,000 años de edad. Este año, un artículo sobre el yacimiento paleontológico de Tanis en Estados Unidos (DePalma *et al.* 2019) nos asoma por una ventana a lo que ocurrió desde los primeros minutos hasta las primeras horas del evento de extinción masiva que acabó con la mayoría de los

dinosaurios y otros seres vivos hace 66 millones de años.

Si la historia de la vida fuera contada con la ayuda de un libro, las páginas serían los estratos. “Los estratos son capas de roca o sedimento...que se depositaron en un intervalo de tiempo definido (Vera Torres 1994: 21)” y son muy importantes para los paleontólogos porque en ellos se conservan los fósiles que son las evidencias petrificadas de antiguos seres vivos, así como las evidencias del ambiente físico en el que vivieron y las crisis que afrontaron. Estos estratos son agrupados en Periodos, que a su vez son agrupados en Eras que, siguiendo la analogía anterior, serían como los capítulos y las partes del gran libro de la vida (Figura 1). Los últimos dinosaurios vivieron en el periodo Cretácico de la era Mesozoica y súbitamente desaparecieron. La capa que separa el Cretácico del siguiente Periodo, el Paleógeno, ha sido designada como el límite K-Pg o K-T (del alemán Kreide/Tertiär) y tiene una antigüedad de 66 millones de años. Por lo tanto, para entender que ocurrió con los dinosaurios y otros seres vivos es necesario estudiar esa capa.

Era	Periodo	Edad (Millones de años)
Cenozoico	Cuaternario	2.6–Actualidad
	Neógeno	23–2.6
	Paleógeno	66–23
Mesozoico	Cretácico	145–66
	Jurásico	201–145
	Triásico	251–201

**Figura 1.** Edades Geológicas. (Modificado de Cohen *et al.* 2013).

### Tan cerca y tan lejos

Aunque desde finales del siglo XIX se formularon algunas ideas sobre la extinción de los dinosaurios fue hasta el siglo XX y particularmente en la década de 1970 que creció el interés en descubrir cómo y por qué fue su extinción, acaso había sido abrupta o, por el contrario fue gradual, y que la ocasionó. Entre las decenas de teorías surgidas podemos mencionar las siguientes: desarrollaron SIDA por su elevada promiscuidad; el surgimiento y la expansión de las angiospermas (plantas con flores) les provocó la muerte por constipación al reducir el aceite de helechos en su dieta, o el polen los enfermó de rinitis alérgica; el clima llegó a ser muy caliente, o muy frío o muy seco o muy húmedo entre otras muchas explicaciones (ver Benton 1990 para una revisión histórica detallada).

En la década de 1980 se descubrió que el iridio, un mineral que es común en asteroides y mucho menos abundante en la corteza terrestre, se halla en el límite K-T en una cantidad hasta 160 veces mayor que en la corteza (Álvarez *et al.* 1980). Para explicar la anomalía del iridio se propuso que un asteroide de  $10 \pm 4$  km diámetro lo depositó tras impactarse con la tierra (Álvarez *et al.* 1980). Cabe mencionar que un impacto tan grande provocaría un terremoto de magnitud superior a 11 en la escala Richter y un enorme tsunami invadiría las costas de los océanos circundantes (Schulte *et al.* 2010).

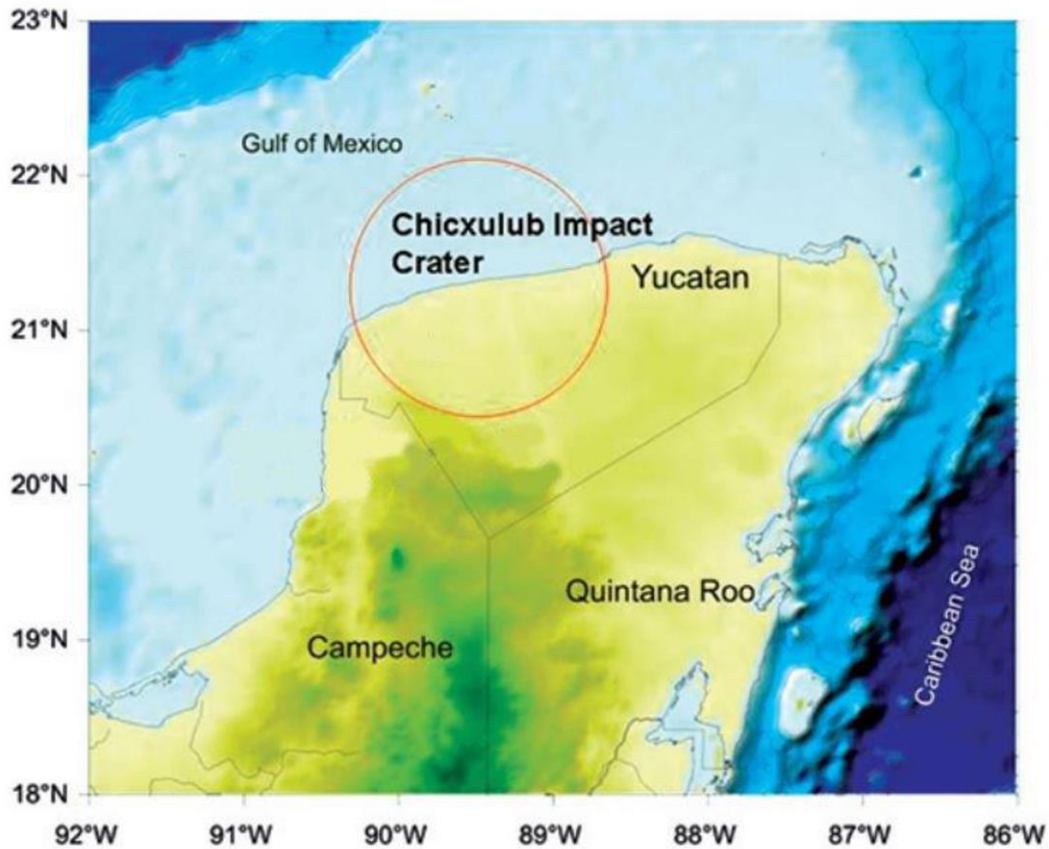
La teoría del impacto se fortaleció con el descubrimiento de evidencias de impacto (conocidas como eyectas) en diferentes secciones del límite K-T. Estas

evidencias incluyeron esférulas, minerales impactados y espinelas ricas en níquel (Schulte *et al.* 2010), estas últimas son minerales usualmente de forma octaédrica o esquelética, las cuales se agrupan formando lentes o esferoides planos (Robin *et al.* 1991). La distribución de las eyectas indicaba que el impacto ocurrió en la región del Golfo de México-Caribe. Años más tarde, un cráter de ca. 180 km de diámetro fue descubierto en la península de Yucatán (Hildebran *et al.* 1991, Hildebran *et al.* 1995) y nombrado como Cráter de Chicxulub (Figura 2). En la actualidad este cráter es considerado el resultado del impacto del asteroide que puso el punto final a la era de los dinosaurios.

Sin embargo, no todos aceptaron que los dinosaurios fueron exterminados por el impacto del asteroide y las graves afectaciones ambientales que desencadenó, argumentando en su contra, que los fósiles de dinosaurio se encontraban siempre por debajo de 3 metros del límite K-T, pudiendo representar hasta 100,000 años (Balter 2011). Esta zona de 3 metros recibió el nombre de la brecha de los 3 m (3m gap, Lyson *et al.* 2011). Sin embargo, excavaciones más intensivas encontraron fósiles de dinosaurios a tan solo 60 cm del límite K-T (Sheehan *et al.* 1991) y recientemente, se reportaron los restos de un dinosaurio a tan solo 13 cm (Lyson *et al.* 2011). No obstante, ningún resto de dinosaurio se ha encontrado más cerca y por debajo del límite K-T, hasta ahora.

### Una ventana al fin del mundo

Al suroeste de Dakota del Norte (Figura 3), Estados Unidos de América, en el año 2012, Robert DePalma descubrió un yacimiento paleontológico con características muy particulares, que hicieron pensar a su descubridor que se trataba de algo muy especial. DePalma nombró al yacimiento Tanis, al igual que un sitio arqueológico egipcio que fue crucial para descifrar la escritura de esa antigua



**Figura 2.** Mapa que muestra el impacto de Chicxulub. (Tomado y modificado de Escobar-Sánchez y Urrutia-Fucugauchi 2010).

civilización, porque él espera que el Tanis paleontológico ayude a descifrar que pasó el día del impacto (Preston 2019). La información que a continuación se presenta sobre Tanis y los hallazgos fósiles es de DePalma *et al.* 2019, a menos que se indique lo contrario.

Tanis es una capa inmediatamente debajo del límite K-T, con ~1.3 m de espesor, el cual en el Cretácico Tardío estuvo asociado a un río de grandes meandros. La evidencia sugiere que se formó por una inundación que alcanzó en tierra una altura de 10 m. Además, Tanis conserva eyectas (recuerdan evidencias de impacto) en la forma de microkristitas, minerales impactados, cristal fundido por el impacto sin alteraciones y esférulas, algunas de estas últimas están en las agallas del 50% de los peces fósiles de agua dulce. Otras esférulas se conservaron protegidas en el in-

terior de burbujas de ámbar unidas a ramas y troncos de árboles fosilizados. Inmediatamente sobre el depósito, está la capa de iridio del límite K-T (Figura 4A).

Igualmente notables son las evidencias que relacionan a Tanis con el impacto de Chicxulub: el tamaño de las esférulas coincide con el tamaño esperado considerando la distancia de Tanis al sitio del impacto. Además, el cristal fundido sin alteraciones por el impacto está vinculado química y cronológicamente con el impacto de Chicxulub.

Otro aspecto asombroso, es que el análisis de la evidencia permite calcular cuánto tiempo después del impacto se desencadenaron los sucesos que dieron origen a Tanis. El análisis de balística indica que las esférulas alcanzaron la atmósfera encima de Tanis de 13 a 25 minutos después del impacto, mientras que



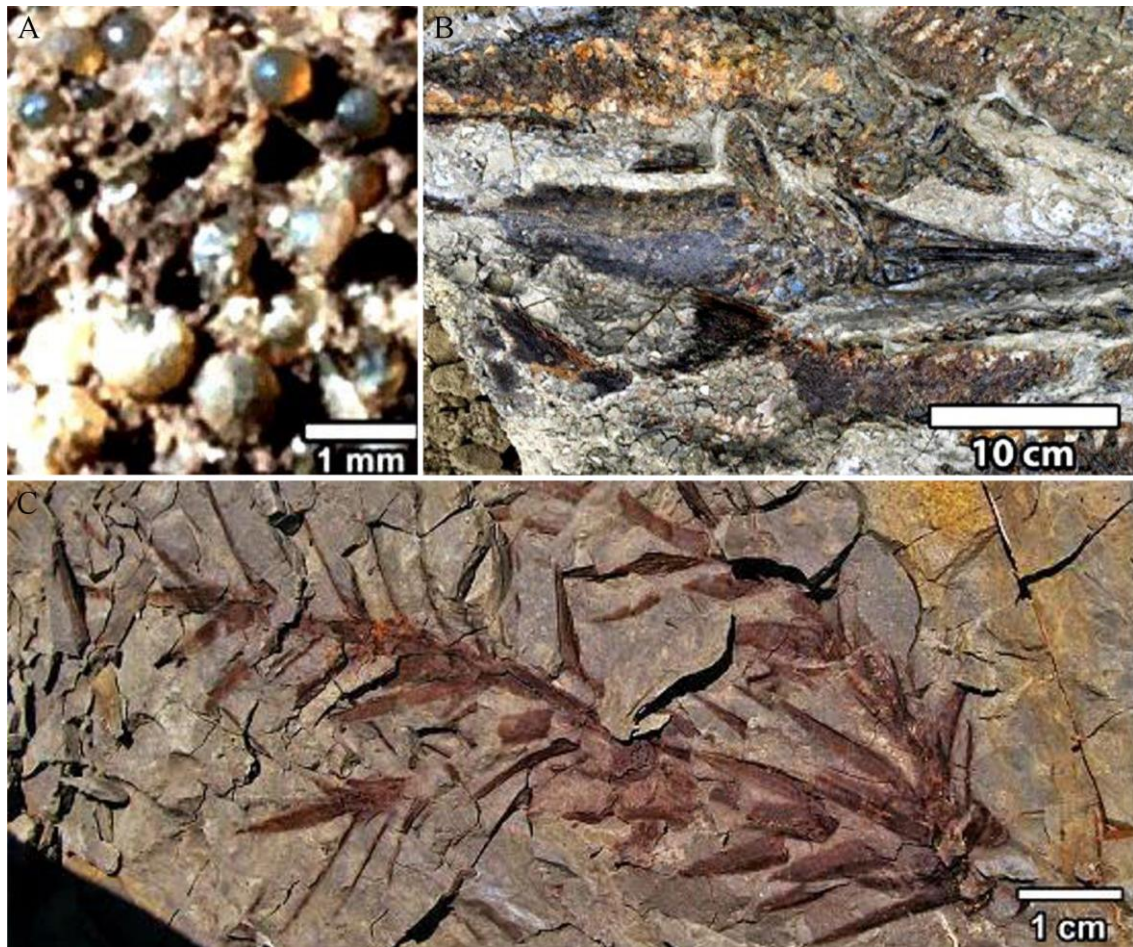
**Figura 3.** Localización del yacimiento paleontológico de Tanis: \*Tanis; ●localidades con evidencias de tsunamis; de color azul el mar interior oeste, hacia el final del Cretácico. (Tomado de DePalma *et al.* 2019).

el cuarzo lo hizo 38 minutos después y dejó de alcanzarlo al transcurrir de 2 horas. Por su parte, los autores están de acuerdo que la inundación fue resultado del impacto en Chicxulub, pero descartan que haya sido resultado de un tsunami desde el sitio del impacto, porque de acuerdo a sus cálculos hubiera tardado en llegar más de 18 horas; además hubiera llegado debilitado al pasar a través de un antiguo mar poco profundo (llamado West Interior Seaway o simplemente WIS) cercano a Tanis. Así que la explicación más satisfactoria es que el impacto provocó ondas sísmicas conocidas como P, S, y Rayleigh, las cuales llegaron a Tanis 6, 10, y 13 minutos respectivamente después del impacto produciendo un seiche. Este fenómeno aunque poco conocido, se ha reportado desde 1775, el cual consiste en la generación de ondas estacionarias en ríos, estanques, lagos u otros contenedores de agua cuando las ondas sísmicas de un terremoto pasan a través de ellos (U.S. Geological Survey 2019).

El resultado es un oleaje que puede ser casi imperceptible o por el contrario muy fuerte.

### Los últimos dinosaurios

Tanis conserva fósiles de organismos marinos y continentales (Figura 4B). Entre los primeros se han recolectado dinoflagelados, dientes de varios tipos de peces como: tiburones, ichthyodectiformes, *Enchodus* Agassiz, *Ischyrhiza* Leidy (pez sierra), y de un mosasaurio (reptil marino). También se han recolectado partes de caparazones de amonites, predominantemente *Sphenodiscus lobatus* Tuomey. Entre los fósiles continentales se encuentra material vegetal como troncos, ramas y hojas, destacando el material leñoso que preserva su microestructura vascular y los fósiles de coníferas que conservan su follaje tridimensional (Figura 4C). También se han encontrado hojas de palmas, posiblemente *Sabalites* Saporta. Por su parte, los vertebrados más abundantes son cientos de cuerpos completos de peces espátula



**Figura 4.** A. Esférulas *in situ* en Tanis. B. Cuerpos articulados de peces. C. Rama con follaje de conífera (FAU.DGS.ND.161.1023.T) (Imágenes tomadas y modificadas de DePalma *et al.* 2019).

y esturiones de agua dulce. Por la excepcional conservación de los fósiles especialmente de los cuerpos articulados de los peces conservados tridimensionalmente, Tanis es un *Lagerstätten*. Esta palabra es utilizada para describir aquellos yacimientos fósiles que por las condiciones en la que se formaron conservan de forma excepcional evidencias de seres vivos que usualmente no se conserva, por ejemplo: plumas, pelo, piel, huevos con embriones de dinosaurio, cuerpos en tres dimensiones, entre otras. Finalmente, otra de las primeras víctimas mortales del impacto fue un dinosaurio ceratópsido, representado por un hueso de la cadera (el ilion). En un artículo publicado en el *New Yorker*, Preston (2019) menciona que también se han descubierto más fósiles de dinosaurios,

así como de mamíferos e insectos; esperemos pronto ver los artículos científicos que describan estos descubrimientos.

### Conclusión

Este ensayo es una narración acerca de cómo la teoría del impacto ganó el respaldo de la mayor parte de la comunidad científica para explicar la extinción de los dinosaurios, y de los fascinantes hallazgos en Tanis, que seguramente nos darán mucho más de que hablar en los próximos años a medida que se estudien sus fósiles y publiquen sus resultados. También es un retrato de cómo trabaja la ciencia. En primer lugar, cuando se realiza una observación (no hay fósiles de dinosaurios después del límite K-T), se proponen varias hipótesis para explicar este hecho. Las in-

investigaciones continúan reuniendo más evidencias sobre la observación inicial, que son contrastadas con las hipótesis. La hipótesis que concuerda con las nuevas evidencias madura hasta volverse una teoría. Pero en lugar de aceptar esta teoría como una verdad absoluta, se revisan las partes que no son congruentes con algunos de los hechos observados (los fósiles de dinosaurios nunca aparecen más allá de 3 metros) y se continúa investigando hasta que nuevas observaciones refuten la teoría o la consoliden como lo demuestra el yacimiento de Tanis: los dinosaurios seguían vivos cuando un asteroide golpeó la tierra hace 66 millones de años. No obstante, en el caso de Tanis la labor de la ciencia no ha concluido, porque las evidencias deben ser evaluadas por la comunidad científica, lo que nos lleva a la pregunta: ¿pasarán el escrutinio los resultados obtenidos en Tanis?, es solo cuestión de tiempo para conocer el resultado. Un último aspecto que resalta este ensayo es que nuestras explicaciones se enriquecen a medida que científicos de diferentes disciplinas logran ponerse de acuerdo para explicar un mismo fenómeno, en el caso de la extinción de los dinosaurios han participado biólogos, físicos, geólogos, paleontólogo y químicos.

## Referencias

- Álvarez L.W., Alvarez W., Asaro F. y Michel H.V. 1980. Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction. *Science* 208(4448): 1905-1108.
- Balter M. 2011. Case Closed for Dino Killer? <https://www.sciencemag.org/news/2011/07/case-closed-dino-killer> (consultado: 25 Abril 2019).
- Benton M. J. 1990. Scientific methodologies in collision: the history of the study of the extinction of the dinosaurs. *Evolutionary Biology*, 24, 371-400.
- Cohen K.M., Finney S.C., Gibbard P.L. y Fan J.X. 2013. The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes* 36: 199-204.
- DePalma R.A., Smit J., Burnham D.A., Kuiper K., Manning P.L., Oleinik A., Larson P., Maurrasse F.J., Vellekoop J., Richards M.A., Gurche L. y Alvarez W. 2019. A seismically induced onshore surge deposit at the KPg boundary, North Dakota. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(17): 8190-8199. DOI: 10.1073/pnas.1817407116
- Escobar-Sánchez y Urrutia-Fucugauchi 2010. Chicxulub crater post-impact hydrothermal activity—evidence from Paleocene carbonates in the Santa Elena borehole. *Geofísica Internacional* 49(2): 97-106.
- Hildebrand A.R., Pilkington M., Connors M., Ortiz-Aleman C. y Chavez R.E. 1995. Size and Structure of the Chicxulub Crater Revealed by Horizontal Gravity Gradients and Cenotes. *Nature* 376: 415-417. DOI: 10.1038/376415a0.
- Hildebrand A.R., Penfield G.T., Kring D.A., Pilkington M., Camargo A., Jacobsen S.B. y Boynton W.V. 1991. Chicxulub Crater: A possible Cretaceous /Tertiary boundary impact crater on the Yucatan Peninsula, Mexico. *Geology* 19: 867-871. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1991\)019<0867:CCAPCT>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1991)019<0867:CCAPCT>2.3.CO;2)
- Lyson T.R., Bercovici A., Chester S.G.B., Sargis E.J., Pearson D. y Joyce W.G. 2011. Dinosaur extinction: closing the ‘3 m gap’. *Biology Letters* 7(6): 925-928. DOI: 10.1098/rsbl.2011.0470
- Preston D. 2019. The Day the Dinosaurs Died. The New Yorker.

<https://www.newyorker.com/magazine/2019/04/08/the-day-the-dinosaurs-died>

(consultado: 25 Abril 2019).

**Robin E., Boclet D., Bonté Ph., Froget L., Jéhanno C. y Rocchia R. 1991.** The stratigraphic distribution of Ni-rich spinels in Cretaceous-Tertiary boundary rocks at El Kef (Tunisia), Caravaca (Spain) and Hole 761C (Leg 122). *Earth and Planetary Science Letters* 107: 715-721.

[https://doi.org/10.1016/0012-821X\(91\)90113-V](https://doi.org/10.1016/0012-821X(91)90113-V)

**Schulte P., Alegret L., Arenillas I., Arz J.A., Barton P.J., Bown P.R., Bralower T.J., Christeson G.L., Claeys P., Cockell C.S., Collins G.S., Deutsch A., Goldin T.J., Goto K., Grajales-Nishimura J.M., Grieve R.A., Gulick S.P., Johnson K.R., Kiessling W., Koeberl C., Kring D.A., MacLeod K.G., Matsui T., Melosh J., Montanari A., Morgan**

**J.V., Neal C.R., Nichols D.J., Norris R.D., Pierazzo E., Ravizza G., Rebolledo-Vieyra M., Reimold W.U., Robin E., Salge T., Speijer R.P., Sweet A.R., Urrutia-Fucugauchi J., Vajda V., Whalen M.T., Willumsen P.S. 2010.** The Chicxulub asteroid impact and mass extinction at the Cretaceous–Paleogene boundary. *Science* 327: 1214–1218.

DOI: 10.1126/science.1177265.

**Sheehan P.M., Fastovsky D.E., Hoffmann R.G., Berghaus C.B. y Gabriel D.L. 1991.** Sudden Extinction of the Dinosaurs: Latest Cretaceous, Upper Great Plains, U.S.A. *Science* 254: 835-839.

**U.S. Geological Survey. 2019.** Seismic Seiches.

<https://earthquake.usgs.gov/learn/topics/seiche.php> (consultado: 27 Abril 2019).

**Vera Torres J.A. 1994.** *Estratigrafía. Principios y métodos.* Rueda, Madrid. 816 pp.

**Desde el Herbario CICY, 11: 91–97 (16-mayo-2019)**, es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, [www.cicy.mx/Sitios/Desde\\_Herbario/](http://www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/), [webmas@cicy.mx](mailto:webmas@cicy.mx). Editor responsable: Ivón Mercedes Ramírez Morillo. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 16 de mayo de 2019. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.