

Sartenejas y rejolladas: cavidades y depresiones del relieve kárstico de Yucatán, México^φ

Oscar O. Álvarez-Rivera*, Héctor Estrada-Medina

Introducción

El karst constituye uno de los tipos de relieve más distintivos del planeta que se origina a partir de la disolución parcial de rocas carbonatadas por agua meteórica ligeramente ácida (Covington *et al.* 2023). En la península de Yucatán, el karst domina cerca del 90% del territorio y condiciona la hidrología que está caracterizada por la escasez de cuerpos de agua superficiales y la presencia de acuíferos recargables, así como la distribución, heterogeneidad y composición de los suelos y la vegetación (Álvarez-Rivera y Estrada-Medina 2024).

La disolución química de la roca caliza origina una gran diversidad de geformas kársticas, tanto superficiales como subterráneas, entre las que se incluyen depresiones, cavidades y redes complejas de conductos (Ford y Williams 2007). Los relieves kársticos han originado paisajes de alto valor ambiental, científico y cultural; sin embargo, sus características hidrogeológicas los hacen especialmente vulnerables a la contaminación ya que el agua de lluvia puede disolver y movilizar contaminantes durante la infiltración y transportarlos rápidamente hacia el acuífero a través de grietas, fisuras y conductos (Schorr *et al.* 2024). Resulta fundamental conocer y comprender los rasgos del relieve kárstico, no solo para entender su funcionamiento e importancias ecológica y geológica sino también para promover su conservación. Además de los cenotes, que son formaciones del karst que permiten la conexión entre la superficie y el acuífero (Yanez-Montalvo *et al.* 2025), existen

^φ Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

* oscaralvarez.uady@gmail.com

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6297>



otras formas del relieve originadas por la disolución de la roca caliza. Entre estas formas se encuentran las sartenejas y las rejolladas.

Las sartenejas son cavidades en la roca caliza en las que el agua de lluvia se acumula temporalmente, mientras que las rejolladas son depresiones de mayor tamaño y profundidad, donde el agua puede concentrarse e infiltrarse hacia el subsuelo (Munro-Stasiuk *et al.* 2014). Aunque estas geoformas han sido conocidas históricamente por las poblaciones locales debido a su interacción cotidiana con ellas (Dine *et al.* 2019), su reconocimiento fuera de estos contextos ha sido limitado. El objetivo de este trabajo fue describir las características, los procesos de formación y la importancia ecológica, ambiental y social de las sartenejas y las rejolladas.

Las sartenejas: cavidades modeladas por el agua

Las sartenejas, en maya *Háaltun* (Fig. 1), “piedra que guarda agua” o “piedra pulida por el agua”, son cavidades formadas por disolución química de roca caliza por el agua de lluvia (Oropeza-García *et al.* 2025). Su tamaño y profundidad varían según el régimen de precipitación, la porosidad de la roca y el tiempo de exposición al intemperismo. Las sartenejas más amplias las podemos encontrar en zonas del sur del estado de Yucatán, donde las lluvias son más abundantes y el karst es más antiguo, aunque en todo el estado se puede encontrar un mosaico heterogéneo de sartenejas de diferentes tamaños y profundidades.



Figura 1. (A) Roca con intemperismo leve y oquedades incipientes (Pisteakal, Tzucacab, Yucatán); (B) Roca con mayor grado de intemperismo y con una sarteneja de mayor tamaño (Pisté, Yucatán); (C) Sarteneja con vegetación durante la temporada de lluvias (Yaxhachén, Oxkutzcab, Yucatán); (D) Sartenejas con mayor grado de desarrollo (Yaxhachén, Oxkutzcab, Yucatán).

“Las sartenejas, en maya Háaltun, “piedra que guarda agua” o “piedra pulida por el agua”, son cavidades formadas por disolución química de roca caliza por el agua de lluvia.”

Las sartenejas almacenan agua durante la temporada de lluvias. Sin embargo, al no estar conectadas con el acuífero subterráneo, y por su tamaño reducido, la retención de agua es temporal y ésta suele evaporarse durante la temporada seca. Las sartenejas no deben confundirse con los *Chultunes*, que son estructuras artificiales revestidas con estuco, excavadas por los antiguos mayas para captar y almacenar agua de lluvia (Chávez-Gómez e Icaza-Lomelí 2010) (Fig. 2A). También, es importante diferenciar las sartenejas de ciertas rocas labradas por los antiguos mayas (Fig. 2B) que funcionaban como morteros, aunque en algunos casos pudieron servir también para almacenar agua. Tanto los *Chultunes*, como las piedras labradas, se distinguen de los *Háaltunes* (sartenejas) por su origen antropogénico.



Figura 2. (A) Vista superficial de la boca de entrada de un *Chultún* en la Zona Arqueológica de Chichen Itzá. (B) Rocas calizas labradas por Mayas como morteros o para el almacenamiento de agua (imagen tomada en la Zona Arqueológica de Chichen Itzá).

Las rejolladas: más que simples depresiones kársticas

En Yucatán, las rejolladas u hondonadas (en maya *K'óom*) son una de las formas negativas características del relieve kárstico de la región (Fig. 3). Son depresiones del terreno que, al igual que las sartenejas, se forman por el proceso de disolución del agua de lluvia sobre la roca caliza. No obstante, en las rejolladas el proceso es más intenso ya que la disolución es más activa. A diferencia de las sartenejas, donde el agua permanece estancada, en las rejolladas el agua el no suele acumularse, sino infiltrarse a través de grietas y fisuras (Munro-Stasiuk *et al.*

2014; Estrada-Medina *et al.* 2019). Este movimiento del agua es a través de fracturas y zonas de debilidad de la roca lo que acelera el intemperismo químico y favorece el desarrollo y crecimiento de estas depresiones.

Con el tiempo, se debilita progresivamente la estructura de la roca, lo que puede provocar el colapso del techo de cavidades subterráneas (Munro-Stasiuk *et al.*, 2014). La forma y el desarrollo de estas depresiones dependen de las características estructurales del terreno y del grado de evolución del sistema kárstico. Como resultado, se genera un relieve heterogéneo con distintos niveles de hundimiento y formas que pueden ser circulares u ovaladas (Rodríguez-Castillo y Frausto-Martínez 2024).

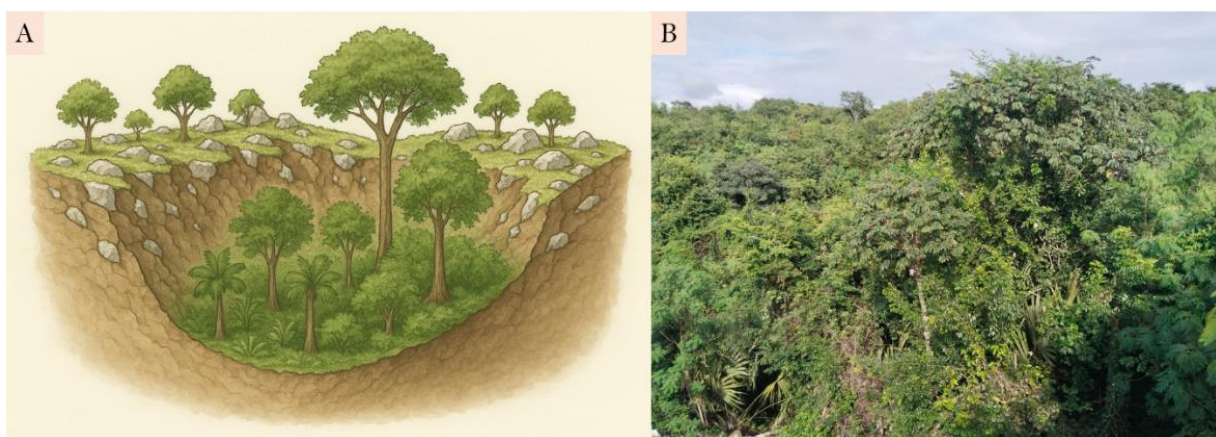


Figura 3. (A) Diagrama de una rejollada. (B) Vista superficial de la vegetación de una rejollada en Pisté, Yucatán.

El tamaño y la profundidad de las rejolladas están estrechamente relacionados con la antigüedad del sistema kárstico y con la intensidad de los procesos de disolución y subsidencia geológica que han actuado a lo largo del tiempo (Munro-Stasiuk *et al.* 2014; Aguilar *et al.* 2016). Las depresiones de mayor extensión y profundidad se concentran al sur de Yucatán, donde la mayor precipitación favorece una circulación más activa del agua y donde el karst presenta un mayor grado de evolución (Gondwe *et al.* 2010). En contraste, hacia el norte, cercano a la costa, predominan formas más someras, asociadas a un relieve geológicamente más joven, que fue una de las últimas zonas en emerger del mar.

“En Yucatán, las rejolladas u hondónadas (en maya k’oom) son una de las formas negativas características del relieve kárstico de la región. Son depresiones del terreno que, al igual que las sartenejas, se forman por el proceso de disolución del agua de lluvia sobre la roca caliza.”

Importancia ecológica y cultural

Las sartenejas y las rejolladas son componentes clave del relieve kárstico de Yucatán, ya que intervienen en la dinámica del agua, fomentan la biodiversidad y tienen relevancia cultural de la región. Las sartenejas son reservorios estacionales de agua de lluvia fundamentales para la fauna silvestre y las comunidades humanas, especialmente durante la temporada seca, que también pueden favorecer el desarrollo de comunidades biológicas adaptadas a inundaciones temporales, incluyendo plantas acuáticas, como lenteja de agua (*Lemna minor*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), nenúfares (familia Nymphaeaceae) y helechos, como *Acrostichum aureum* (Flores-Guido 2010). Sin embargo, en la actualidad, las sartenejas enfrentan problemas de contaminación, ya que sus aguas pueden ser utilizadas en la preparación y el manejo de agroquímicos, lo que deteriora su calidad y pone en riesgo a la biota asociada.

Las rejolladas son refugios microclimáticos, ya que en su interior se presenta mayor humedad, temperaturas más bajas y suelos más profundos y fértiles que en el entorno circundante, lo que permite el desarrollo de una vegetación más densa y diversa (Estrada-Medina et al. 2019). En ellas crecen árboles, como álamo (*Ficus yucatanensis*), ramón (*Brosimum alicastrum*) y árbol de hule (*Castilla elastica*), así como palmas como *Sabal yapa*, helechos y musgos. Además, las rejolladas han sido tradicionalmente aprovechadas para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), mango (*Mangifera indica*), huaya (*Talisia olivaeformis*), chicozapote (*Manilkara zapota*) y cocotero (*Cocos nucifera*) (Flores-Guido 2010).

Las rejolladas tienen un importante valor cultural para las comunidades de gente local, ya que representan sitios clave para la caza del jaaleb (*Agouti paca*), el sereque (*Dasyprocta punctata*) y el pecarí de collar (*Tajacu yucatanensis*); además, en la cosmovisión local se considera que en las rejolladas habita el Zip, el “dueño de los animales” del monte, entidad a la que se atribuye la protección y el equilibrio de la fauna silvestre (Cabrera 2024).

En la actualidad, las rejolladas enfrentan presiones derivadas del cambio de uso del suelo, del relleno de depresiones y de la expansión de actividades agrícolas y urbanas, procesos que pueden modificar sus condiciones ambientales y comprometer la conservación de los microhábitats que albergan (May-Arias et al. 2024). Esta degradación no solo implica la pérdida ecológica sino también la erosión de los saberes, prácticas y valores culturales profundamente enraizados en la relación de las comunidades mayas con su entorno.

“Las sartenejas y las rejolladas son componentes clave del relieve kárstico de Yucatán, ya que intervienen en la dinámica del agua, fomentan la biodiversidad y tienen relevancia cultural de la región.”

Conclusiones

Las sartenejas y las rejolladas desempeñan un papel fundamental en la regulación local del agua, la conservación de la biodiversidad y el sustento de prácticas culturales tradicionales de las comunidades mayas actuales. Sin embargo, su vulnerabilidad frente a la contaminación, el cambio de uso de suelo y la expansión urbana ponen en riesgo su funcionalidad ecológica y su valor biocultural. En este contexto, identificar y valorar estas formas del paisaje no solo permite una mejor comprensión del karst en Yucatán, sino que constituye un paso esencial para promover estrategias para su manejo y conservación de acuerdo con las condiciones ambientales y sociales de la región.

Referencias

- Aguilar Y, Bautista F, Mendoza ME, Frausto O e Ihl T. 2016. Density of karst depressions in Yucatán state, Mexico. *Journal of Cave and Karst Studies* 78(2):51-60.
- Álvarez-Rivera OO y Estrada-Medina H. 2024. Distribución geográfica y características del medio físico natural de los ambientes kársticos de México. *Acta Universitaria* 34:e3840.
- Cabrera A (25 noviembre 2024). Rejolladas: huellas vivas del paisaje yucateco. *La Jornada Maya*. Fecha de consulta 21/04/2026 en <https://www.lajornadamaya.mx/opinion/239790/rejolladas-huellas-vivas-del-paisaje-yucateco>.
- Chávez JMA e Icaza L. 2010. Norias de Yucatán: ensayo sobre el mestizaje de una síntesis geométrica. *Boletín de Monumentos Históricos* 18:34-57.
- Covington MD, Martin JB, Toran LE, Macalady JL, Sekhon N, Sullivan PL, García Jr AA, Heffernan JB y Graham WD. 2023. Carbonates in the critical zone. *Earth's Future* 11(1):e2022EF002765.
- Dine H, Ardren T, Bascopé G y Báez CG. 2019. Famine foods and food security in the northern Maya Lowlands: Modern lessons for ancient reconstructions. *Ancient Mesoamerica* 30(3):517-534.
- Estrada-Medina H, Jiménez-Osornio JJ, Álvarez-Rivera O y Barrientos-Medina RC. 2019. El karst de Yucatán: su origen, morfología y biología. *Acta Universitaria* 29:e2292.
- Flores-Guido JS. 2010. Vegetación de cenotes, rejolladas, haltunes y cavernas. En: Durán R y Méndez M (eds.). *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Mérida, México. pp. 143.
- Ford DC y Williams P. 2007. *Karst hydrogeology and geomorphology*. John Wiley & Sons. UK. 562 pp.
- Gondwe BRN, Lerer S, Stisen S, Marín LE, Rebolledo-Vieyra M, Merediz-Alonso G y Bauer-Gottwein P. 2010. Hydrogeology of the south-eastern Yucatan Peninsula: new insights from water level measurements, geochemistry, geophysics and remote sensing. *Journal of Hydrology* 389(1-2):1-17.
- May-Arias EM, Frausto-Martínez O, Rodríguez-Castillo JF y Arroyo-Arcos L. 2024. Negative exokarstic units as a basis for urban management: Yucatan Peninsula, Mexico. *Discover Geoscience* 2:47.

- Munro-Stasiuk MJ, Manahan TK, Stockton T y Ardren T. 2014. Spatial and physical characteristics of rejolladas in northern Yucatan, Mexico: implications for ancient Maya agriculture and settlement patterns. *Geoarchaeology* 29(2):156-172.
- Oropeza-García NA, Vega-Azamar RE, Campos-Cámara BL, Canché-Uuh JA y González-Vera MA. 2024. Mayans and their water management. En: Corzo Perez GA, Hayde LG, Romero-López R, Jiménez Palacios A. (eds.) *Aqua vitae*. The Latin American Studies Book Series. Springer. pp. 37-50.
- Rodríguez-Castillo JF y Frausto-Martínez O. 2024. Comprehensive characterization of karst depressions in the northwestern Yucatan Peninsula using LiDAR and ASTER GDEM data. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics* 19(4):1317-1325.
- Schorr J, Jud F, la Cecilia D, Beck B, Longree P, Singer H y Hollender J. 2024. Tracing pesticide dynamics: High resolution offers new insights to karst groundwater quality. *Water Research* 267:122412.
- Yanez-Montalvo A, Águila B, de León-Lorenzana AS, Bayona A, Torrescano-Valle N, Popoca P y Falcón LI. 2025. Karst-environments of the southeastern Yucatan Peninsula: Hotspots for modern freshwater microbialites. *PLoS ONE* 20(5):e0322625.

Álvarez-Rivera OO, Estrada-Medina H. 2026. Sartenejas y rejolladas: cavidades y depresiones del relieve kárstico de Yucatán, México. *Bioagrociencias* 19 (1): 193-199.
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6297>

Bioagrociencias

ISSN 2007 - 431 X