

## **DISTRIBUCIÓN DE LAS CUEVAS CALIENTES EN LA ZONA DEL CARSO CON PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN DE PUERTO RICO**

*Elizabeth Padilla-Rodríguez, MSEM<sup>1</sup>*

Recibido 30 de mayo de 2021 | Aceptado 10 de diciembre de 2021

Resumen - Las cuevas calientes son ecosistemas que albergan y sustentan un sinnúmero de especies de fauna, que cumplen con funciones biológicas para el desarrollo y subsistencia favorable para otros ecosistemas. A pesar de que existen inventarios sobre las cuevas en Puerto Rico, los mismos no presentan una clasificación y distribución de las cuevas calientes. Este estudio determinó un modelo de distribución geoespacial de las cuevas calientes en Puerto Rico y en la zona del Carso con prioridad de conservación. De las 479 cuevas listadas, identificamos 25 cuevas calientes y las georreferenciados, de los cuales, 7 fueron reconocidas dentro del Área de Planificación Especial Restringida del Carso. Este estudio dio a conocer la ubicación geoespacial de estos ecosistemas subterráneos y aportó información para futuras investigaciones y estrategias de manejo dirigidos la conservación de las cuevas calientes de Puerto Rico.

*Palabras clave: cuevas calientes, ecosistemas, conservación*

Abstract - Hot caves are ecosystems that sustain numerous species of fauna with several the biological functions for the development and subsistence of other ecosystems. Even though there are inventories of the caves in Puerto Rico, there is a lack of standards to classify the importance of each of the hot caves, as well as conservation strategies or action plans. This study focuses on determining a model of distribution of the hot caves in Puerto Rico, especially in the Limestone area with conservation priority. Of 479 caves listed, 25 hot caves were identified. Georeferenced data was obtained from 21 hot caves, of which 7 were recognized within the Limestone Restricted Special Planning Area. This study revealed the geospatial location of these underground ecosystems and provided information for future research and management strategies aimed at the conservation of the hot caves of Puerto Rico.

*Keywords: Hot caves, ecosystems, conservation*

### **Introducción**

La fisiografía cársica de la isla de Puerto Rico cubre aproximadamente el 27.5% de la superficie de la Isla y se subdivide entre la franja continua de caliza del Norte, franja discontinua caliza del Sur y afloramientos de caliza dispersa en otros lugares de la isla (Lugo et al., 2004). En esta zona se encuentran las cuevas, quienes se originaron mayormente por el desgaste ocasionado por el agua en la roca caliza, ya sea por agua subterránea o agua que se filtra por el techo rocoso. Las mismas pueden presentar diferentes características y ecosistemas.

---

<sup>1</sup> División de Ciencias y Tecnología, Universidad Ana G. Méndez. Autor correspondiente: Correo electrónico: padilla.eli@gmail.com

Los ecosistemas presentes en las cuevas se caracterizan principalmente por la falta de luz y como resultado de esto, dependen de la producción microbiana interna para el suministro de energía y poseen una alta dependencia y conectividad con ecosistemas de la superficie (Simon, 2019). Estos ecosistemas pueden variar dependiendo de las características como ejemplo la temperatura y humedad que presenta una cueva. Según Rodríguez-Durán y Christenson (2012), las cuevas pueden consistir de una a tres secciones diferentes debido a la variabilidad de temperaturas en el interior, esto por influencia de la densidad de murciélagos y morfología de la cueva. Por ello, las cuevas que poseen características como poca circulación de aire, humedad relativa mayor de 90%, una alta densidad de murciélagos y temperaturas que pueden fluctuar entre los 26°C y 40°C, se conocen como *cuevas calientes* (Silva-Taboada, 1979, Rodríguez-Durán, 1998, Rodríguez-Durán, 2009; Mancina et al., 2007; Cruz, 1992). Estas características son producto del calor corporal generado por la alta densidad de murciélagos (Ladle et al., 2012).

Las cuevas calientes son ecosistemas importantes para varias especies nativas y endémicas que utilizan y dependen de estos espacios para cumplir parte de su ciclo de vida. Por ejemplo, estas son caracterizadas por proveer a los murciélagos los espacios para su reproducción, crecimiento, hibernación, ingesta y digestión del alimento (Ortiz-Ramírez et al., 2006). De igual manera, brindan protección contra depredadores, promueven las relaciones entre los miembros de la población y proporcionan un ambiente térmicamente estable (Fenton, 1983; Kurta, 1985; Morrison, 1979; Ortiz-Ramírez et al., 2006). Es decir, los espacios subterráneos figuran una gran importancia en la interconexión de ecosistemas superficiales dado a que albergan especies vitales para la regeneración de ecosistemas en la superficie, como bosques y humedales, debido a su función como dispersores de semillas, polinización y control de plagas.

Cinco de las trece especies de murciélagos de Puerto Rico, son consideradas especies exclusivas de cuevas calientes (Rodríguez-Durán, 1995; 1998). Estas especies de murciélagos son: *Pteronotus quadridens*, *Pteronotus portoricensis* (Figura 1 y 2), especie endémica de Puerto Rico, *Mormoops blainvillei*, *Erophilla bombifrons*, especie nativa y *Monophyllus redmani*. Al igual, las cuevas calientes en la Isla también son recurso indispensable para especies en peligro de extinción como, por ejemplo, la boa puertorriqueña (*Chilabothrus inornatus*) según muestra la Figura 3. La boa exhibe adaptaciones ecológicas específicas para utilizar las cuevas calientes como recurso único de alimento y refugio debido a las altas densidades de murciélagos, calor y humedad constante en estos espacios (Puente-Rolón & Bird-Picó, 2004; Puente-Rolón et al., 2013). Esta dinámica es ejemplo de la alta asociación entre las especies encontradas en estos espacios subterráneos con la superficie. Por esto,

es vital la funcionalidad de las cuevas calientes, las cuales son una interconexión que nutre y apoya la funcionalidad de otros ecosistemas. Sin embargo, estos ecosistemas poco conocidos, con su combinación única de microclima generado por la geomorfología y los murciélagos, son particularmente sensibles a la perturbación y enfrentan múltiples amenazas por la urbanización, el desarrollo agrícola, la minería y el turismo (Ladle et al., 2012).



*Figura 1 y 2. Población de Pteronotus portoricensis en cueva caliente.*  
Foto. E. Padilla-Rodríguez



*Figura 3. Boa puertorriqueña (Chilabothrus inornatus) en cueva caliente.*  
Foto. E. Padilla-Rodríguez

La mayoría de las áreas ecológicas más importantes de Puerto Rico se encuentran en tierras privadas lo cual se convierte en un reto para la conservación (Catro-Prieto, 2019). A pesar de que Puerto Rico posee leyes y reglamentos que protegen la zona del Carso, existe una amenaza para la conservación de las cuevas y su biodiversidad debido a la interconexión que poseen estos lugares con los ecosistemas de la superficie como los bosques, cuerpos de agua y humedales. La alteración de las cuevas y ecosistemas del Carso representa principales causas de extinción para diversas especies dependientes de cuevas (McCracken, 2011; Medellín et al., 2017; Tanalgo et al., 2018). Consecuentemente, las cuevas deben ser protegidas para permitir que las especies de mayor dependencia a este tipo de refugio puedan mantener poblaciones viables (Trajano, 1995).

Aunque se conoce la localización de una porción de las cuevas en Puerto Rico, no existe un mapa de distribución o listado que corrobore la existencia, porcentajes y condiciones de las cuevas calientes en la isla. La meta de este estudio fue identificar la distribución geoespacial de las cuevas calientes en Puerto Rico, lo cual es crucial para conocer cuáles están ubicadas dentro o fuera de zona de protección con el fin de apoyar información para establecer condiciones de manejo y conservación de estos ecosistemas únicos.

## Área de estudio

La franja cársica del norte de la isla de Puerto Rico, se extiende aproximadamente 140 km (Lugo et al., 2004), y se caracteriza por poseer bosques secundarios continuos y extensas cavidades, ríos y acuíferos subterráneos. En este estudio, me enfoqué en la zona del Carso de Puerto Rico (Figura 4), delimitada por la Junta de Planificación como Área de Planificación Especial Restringida del Carso (Junta de Planificación, 2013), también conocida como zona del Carso con Prioridad de Conservación (DRNA, 2008) con el fin de identificar las cuevas calientes ubicadas dentro de esta zona.

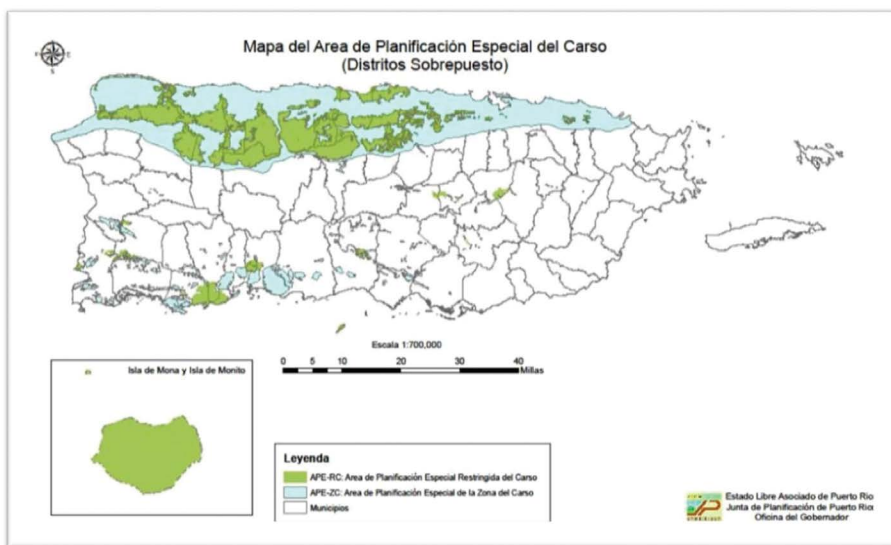


Figura 4. Área de Planificación Especial del Carso de Puerto Rico. Plan y reglamento del área de planificación especial del Carso (JP, 2013)

## Materiales y métodos

Para llevar a cabo la investigación, el estudio se dividió en dos fases: (1) obtener información de sociedades espeleológicas, y (2) validación de datos en el campo. La primera fase, se basó en consultar y solicitar información sobre las cuevas de Puerto Rico a las sociedades espeleológicas: Sociedad Espeleológica de Puerto Rico (SEPRI), Sociedad de Estudios Espeleológica del Norte Inc. (SEENI), Fundación de Investigaciones Espeleológicas del Karso puertorriqueño (FIEKP), espeleólogos individuales y al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA). Mediante la información obtenida de dichas entidades, recogí todos los datos, y creé un inventario de cuevas identificadas en la Isla. Basado en el inventario, identifiqué la ausencia de datos georreferenciales de las cuevas en Puerto Rico y clasifiqué la información sobre cuevas calientes identificadas en estudios previos.

Para la segunda fase del estudio, utilicé el inventario creado en la primera fase. Coleccionamos datos primarios mediante visitas de campo, mapas satelitales y Sistema de

Posicionamiento Global (GPS). Incluí en el inventario, todas las cuevas calientes adicionales que no estaban en el listado.

Al completar ambas fases del estudio, creé una imagen de ubicación de los datos obtenidos de las cuevas de Puerto Rico. Las coordenadas de las cuevas, obtenidas en el estudio, las convertí a grados decimales y coloqué los datos espaciales a partir de las coordenadas de latitud y longitud para tener una representación geográfica de la superficie terrestre en Puerto Rico. A través del programa ArcMap 10.7, desarrollé los mapas de ubicación para identificar y determinar la distribución de las cuevas calientes en Puerto Rico y de ello, identificar cuáles cuevas calientes están distribuidas en la zona de Área de Planificación Especial Restringida del Carso (JP, 2013).

### Resultados y discusión

Basado en la colección de datos primarios y secundarios, obtuve un listado de 479 cuevas en el archipiélago de Puerto Rico. De las 479 cuevas, identifiqué 25 cuevas calientes o que poseen cámaras calientes (Tabla 1). Las 25 cuevas son: Adrover, Alayón, Bonita, Canejas, Cundo Reyes, El Convento, Cucaracha, Culebrones, Del Viento, Dugón, Grillos, Jiménez, Humo, La Mina (Juana Díaz), La Mina (Moca), Los Pérez, Madama, Mantilla, Mapancha, Matos, Murciélagos, Naranjo, Tortuga, Quintero y Volcán. Esto representa que un 5% de las cuevas listadas y conocidas en Puerto Rico como cuevas calientes. En el 2017, Carrión-Cabrera mencionó que menos del 6% de las cuevas en Puerto Rico son cuevas calientes. Mientras que Rodríguez-Duran (1998) mencionó que las cuevas calientes en Puerto Rico son la minoría. Ante estos parámetros expuestos, el resultado obtenido en este estudio presentó que, de la muestra de 479 cuevas, menos del 6% de las cuevas en la isla son calientes.

Tabla 1. *Cuevas calientes identificadas en Puerto Rico. Área de Planificación Especial Restringida del Carso de Puerto Rico (APERC)*

Cueva caliente	Municipio	Dentro de APERC
Adrover	Arecibo	X
Alayón	Las Marías	
Bonita	Corozal	
Canejas	Guaynabo	
Cucaracha	Aguadilla	X
Culebrones	Arecibo	
Cundo Reyes	Lares	
Del Viento	San Germán	
Dugón	Utua	X
El Convento	Peñuelas	
Humo	Lares	X
Grillos	Aguas Buenas	
Jiménez	Manatí	
La Mina	Juana Díaz	
La Mina	Moca	
Los Pérez	Isabela	
Madama	Aguadilla	
Mantilla	San Sebastián	X
Mapancha	Guayanilla	X
Matos	Arecibo	
Murciélagos	Guánica	
Naranjo	Juana Díaz	
Quintero	Corozal	
Tortuga	Guánica	
Volcán	Florida	X

De las 25 cuevas calientes identificadas, obtuve los datos georreferenciados de 21 en el mapa de la Figura 4, de los cuales, siete cuevas calientes fueron reconocidas dentro del Área de Planificación Especial Restringida del Carso (Figura 5). Estas cuevas son: Adrover, Cucaracha, Dugón, Humo, Mantilla, Mapancho y Volcán. La gran mayoría están ubicadas en la zona norte de la isla. A pesar de que son cuevas que están dentro de zona de conservación, las mismas se encuentran en fincas o terrenos privados lo cual representa un reto y no exime a que enfrenten posibles amenazas para su integridad y conservación como ecosistema esencial.

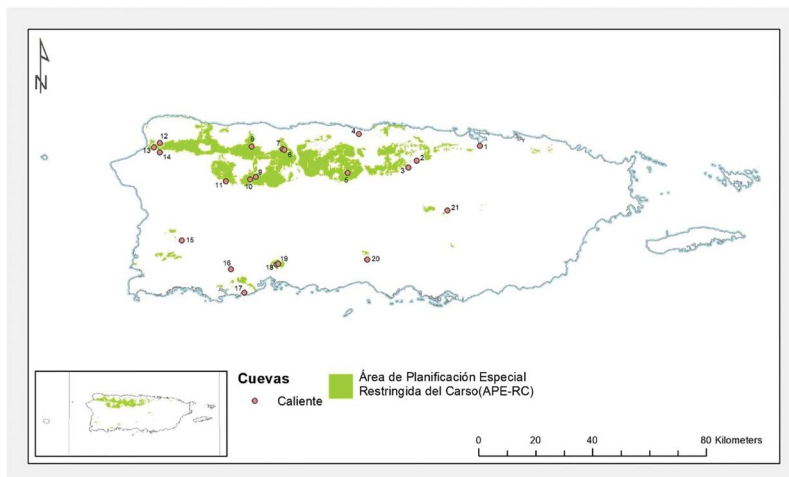


Figura 4. Cuevas calientes identificadas en Puerto Rico, (1) Canejas,(2) Bonita, (3) Quintero, (4) Jiménez, (5) Matos, (7) Culebrones, (8) Adrover, (9) Dugón, (10) Humo, (11) Mantilla, (12) Madama, (13) Cucaracha, (14) La Mina, (15) Del Viento, (16) Tortuga, (17) Murciélagos, (18) El Convento, (19) Mapancho, (20) Naranjo, (21) Grillos.

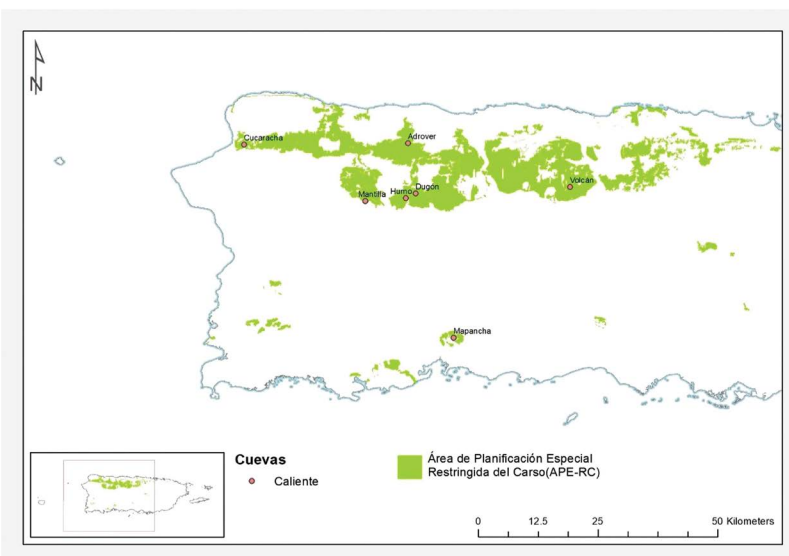


Figura 5. Mapa con cuevas calientes ubicadas dentro de la zona de estudio: Volcán, Dugón, Adrover, Humo, Mantilla, Cucaracha y Mapancho.

Las restantes 18 cuevas calientes, no fueron reconocidas dentro de la zona de estudio, Área de Planificación Especial Restringida del Carso. Estas fueron: Alayon, Bonita, Canejas, Culebrones, Cundo Reyes, Del Viento, El Convento, Grillos, Jimenez, La Mina (Juana Diaz) y La Mina (Moca), Los Perez, Madama, Matos, Murciélagos, Naranja, Quintero y Tortuga. La gran mayoría de las cuevas calientes identificadas en este estudio presentan mayor riesgo de eventos antropogénicos como la fragmentación de hábitats, deforestación, monocultivos, extracción de corteza terrestre, desarrollo o expansión urbana y turismo no sustentable. Esto trae consigo un efecto no favorable a su vital funcionalidad en las dinámicas que surgen entre las especies que alberga como ecosistema con las de la superficie, lo cual resulta en la pérdida de función ecológica de las cuevas calientes como ecosistema único para diversas especies (Mc Cracken, 1989).

### **Recomendaciones, limitaciones y acciones futuras**

Por años, ha existido un esfuerzo científico y colectivo de diversas entidades que han recopilado información sobre las cuevas en Puerto Rico con el fin de conservar y preservar estos espacios. No obstante, la incongruencia en los datos, la discontinuidad de información, esfuerzos duplicados, base de datos no compartidos y escasas publicaciones de esta información puede influenciar en el manejo y conservación de estos ecosistemas. La falta de información se convierte en obstáculo para quienes trabajan en conservación, así como para los manejadores de áreas (Castro-Prieto et al., 2019). Unir esfuerzos, crear una metodología estándar para establecer un listado uniforme que contenga un formato y estándares establecidos a seguir es esencial para conocer e identificar el estado de las cuevas en Puerto Rico con el objetivo de establecer un manejo correcto y eficiente de estos ecosistemas y organismos que habiten en ellas.

Revisar e implementar las acciones legales como la pena de multa o llevar a cabo trabajos que beneficien a los ecosistemas y comunidades, es otra herramienta para prevenir la pérdida de la integridad de estos ecosistemas. A pesar de que existe la Ley para la protección y conservación, cavernas o sumideros de Puerto Rico (Ley 111 del 12 de julio de 1985), esta carece del apoyo de un reglamento aplicable a quien actúe de forma contraria. Establecer un reglamento que avale esta ley y aplicarlo a través de esfuerzos colaborativos entre el DRNA (entidad responsable de acatar la ley), organizaciones espeleológicas, entidades dedicadas a la conservación y comunidades para implementar acciones correctivas y de seguimiento es asegurar la importancia de cumplir con el objetivo establecido de la protección y conservación de las cuevas de Puerto Rico.

La participación y manejo colaborativo ha representado una estrategia fundamental para el manejo de áreas protegidas en Puerto Rico (Castro-Prieto et al., 2019). Crear estrategias sociales enfocados en los residentes de las comunidades circundantes de las cuevas calientes con el objetivo de concienciar, construir y establecer conocimientos para la conservación. Dicha acción debe promover personas líderes que vigilen y apoyen el manejo y la conservación de estos ecosistemas.



La creación de Servidumbres de Conservación en terrenos privados que poseen cuevas calientes es otra herramienta voluntaria que permite implementar estrategias de manejo para apoyar la conservación. La Ley de Servidumbres de Conservación de Puerto Rico (Ley Núm., 183 del 27 de diciembre de 2001), tiene como propósito buscar alternativas para la protección de áreas de valor natural, cultural y agrícola integrando a los dueños de terrenos privados en la participación de la conservación de sus tierras. La mayoría de las cuevas calientes en la isla, se originaron dentro de terrenos privados. Al utilizar esta herramienta, se convierte en una viabilidad para asegurar y lograr un manejo eficiente que resulte en la conservación de las cuevas calientes y sus ecosistemas circundantes.

De igual forma, fortalecer la práctica de un currículo educativo y reglamentario para empresas de turismo que incluya las cuevas como parte de sus ofrecimientos es imprescindible para su manejo y protección. Durante los últimos años, el turismo de naturaleza en Puerto Rico ha ido en incremento. Cabe señalar que el turismo de naturaleza no es lo mismo que el ecoturismo ya que carece de prácticas que mitiguen los impactos que pueda ocasionar dicha práctica en los ecosistemas (Drumm, 2005). Este desconocimiento y practicas no sustentables se convierten en presión para la conservación de las cuevas y su biología en general. A pesar de que existe la Ley de Ecoturismo de Puerto Rico (Ley Num. 340 del 31 de diciembre de 1998), la misma no representa una estrategia eficiente para el turismo sustentable y el uso de espacios con alto valor ecológico dado a errores conceptuales que la hacen inoperante y conflictiva. Aunque la Compañía de Turismo de Puerto Rico (CTPR) posee un programa de turismo sustentable y reconoce que el ecoturismo posee un alto grado de conciencia ambiental (CTPR, 2014), en la práctica, algunas entidades no destacan un reglamento que regule y balancee el enfoque de cultura, economía, y conservación de los recursos naturales. A su vez, no especifica que no se debe realizar turismo en las cuevas calientes. Fortalecer las certificaciones de empresas turísticas, validar la misma mediante evaluaciones y educación continua, regular sus prácticas ecoturísticas en conjunto con la CTPR y DRNA u otra entidad que se dedique a la preservación natural y ecológica, es importante para mantener armonía con la función y conservación de los recursos presentes en las cuevas y su valor como hábitat esencial para diversos organismos.

## **Conclusión**

Las cuevas calientes son ecosistemas importantes que albergan y sustentan un sinnúmero de especies de fauna, que cumplen con funciones biológicas para el desarrollo y subsistencia favorable de diversos ecosistemas. La ausencia de manejo de las cuevas calientes puede ocasionar disminución en diferentes poblaciones que dependen de ellas, repercutiendo en la cadena alimenticia de diversas especies de vida silvestre nativas, endémicas, en peligro de extinción y migratorias. Prevenir la pérdida de la integridad de este ecosistema como hábitat natural crítico es esencial para la conservación de la vida silvestre de esta zona de conservación.

Este estudio identificó la distribución de las cuevas calientes en Puerto Rico y sustentó información para conocer un número o cantidad de cuevas calientes conocidas en la Isla, además de proporcionar un marco de ubicación geoespacial para identificar cuáles de ellas están ubicadas dentro de la zona del Carso con prioridad de conservación. Este estudio brinda información valiosa para ampliar en investigaciones relacionadas a estos ecosistemas subterráneos y a su vez aporta información a agencias u organizaciones dedicadas a la protección de los recursos naturales a establecer prioridades de manejo y estrategias de conservación en las zonas donde se identificaron la ubicación de cuevas calientes.

### **Agradecimientos**

A Alberto Puente Rolón, Jonathan A. López y Daniel Dávila Casanova por su apoyo en este estudio. Julio Verdejo, por el apoyo en el desarrollo de los mapas. Diego Andrés Gómez, Johnsy Carrión, Carlos Cruz y Carlos Acevedo por el apoyo en la colección de datos y vistas de campo. José Luis Gómez, Rossana Vidal y Armando Rodríguez por apoyar con información. Gracias a Sociedad Espeleológica de Puerto Rico (SEPRI), a la Sociedad de Estudios Espeleológicos del Norte (SEENI) la Fundación para la Investigación y Estudios del Carso Puertorriqueño (FIEKP), la Sociedad Espeleológica Unida del Sur (SEUS) y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) por aportar datos para apoyar este estudio.

### **Literatura citada**

- Carrión-Cabrera, J. (July 23–29, 2017). Identification and characterization of hot caves in Puerto Rico. *Proceedings of the 17th International Congress of Speleology* (Ed. 2), Sydney, NSW Australia, 1, 71-75.
- Castro-Prieto, J., Gould, W. A., Ortiz-Maldonado, C., Soto-Bayó, S., Llerandi-Román, I., Gaztambide-Arandes, S., Quiñones, M., Cañón, M., & Jacobs, K. R. (2019). *Inventario detallado de áreas protegidas y otros mecanismos de conservación en Puerto Rico*. Gen. Tech. Report IITF-GTR-50. San Juan, PR: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. 159 pp. [https://data.fs.usda.gov/research/pubs/iitf/iitf\\_gtr\\_50\\_eng.pdf](https://data.fs.usda.gov/research/pubs/iitf/iitf_gtr_50_eng.pdf)
- Compañía de Turismo de Puerto Rico. (2014). *Guías de ecoturismo*. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. [https://www.prtourism.com/dnn/Portals/\\_default/Turismo/Documents/Gui%CC%81as%20de%20Ecoturismo%202014.pdf](https://www.prtourism.com/dnn/Portals/_default/Turismo/Documents/Gui%CC%81as%20de%20Ecoturismo%202014.pdf)
- Cruz, J. (1992). Bioecología de las grutas de calor. *Mundos subterráneos*, 3, 7-21.
- Drumm, A. (2005). Desarrollo del ecoturismo: Un manual para los profesionales de la conservación. 2da Ed. *The Nature Conservancy*, Arlington, Virginia, USA.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2008). *Estudio del Carso de Puerto Rico: en conformidad con la Ley Núm. 292 de 21 de agosto de 1999*. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

- Fenton, M. B. (1983). Roosts used by the African bat *Scotophilus leucogaster* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Biotropica*, 15, 129-132. <https://doi.org/10.2307/2989629>
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico. (1985). Ley 111 del 12 de julio de 1985. Ley para proteger las cuevas, cavernas o sumideros de Puerto Rico.
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico (1998). Ley 340 del 31 de diciembre de 1998. Ley de Ecoturismo de Puerto Rico.
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico. (2001). Ley 183 del 27 de diciembre de 2001. Ley de Servidumbre de Conservación de Puerto Rico.
- Kurta, A. (1985). External insulation available to a non-nesting mammal, the little brown bat (*Myotis lucifugus*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 82, 413-420. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(85\)90876-X](https://doi.org/10.1016/0300-9629(85)90876-X)
- Junta de Planificación y Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2013). Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC). Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Oficina del Gobernador.
- Ladle, R.J. Firmino, J.V.L., Malhado, A. C. M, & Rodríguez-Durán, A. (2012). Unexplored diversity and conservation potential of neotropical hot caves. *Conservation Biology*, 26 (6) 978-982. doi.10.1111/j.1523-1739.2012.01936.
- Lugo, A., Miranda, L., Vale, A., López, T., Hernández, E., Martínó, A., Puente-Rolón, A. Tossas, A., Mcfarlane, D., Miller, T., Rodríguez, A., & Lundberg, J. (2004). El Karso de Puerto Rico- Un Recurso Vital. [https://www.researchgate.net/publication/271446599\\_El\\_Karso\\_de\\_Puerto\\_Rico\\_-\\_Un\\_Recurso\\_Vital](https://www.researchgate.net/publication/271446599_El_Karso_de_Puerto_Rico_-_Un_Recurso_Vital)
- Mancina, C. A., Echenique-Díaz, L. M., Tejedor, A., García, L. Daniel-Álvarez, A. & Ortega-Huerta, A. (2007). Endemics under threat: an assessment of the conservation status of Cuban bats. *Journal of Mammology*, 18, 3-15. <https://www.jstor.org/stable/23360113>
- McCracken, G.F. (1989). Cave conservation: special problems of bats. National Speleological Society. *Bull*, 5, 49-51.
- McCracken, G. F. (2011). *Cave conservation: Special problems of bats*. Bat Conservation International, USA.
- Medellin, R. A., Wiederholt, R., & Lopez-Hoffman, L. (2017). Conservation relevance of bat caves for biodiversity and ecosystem services. *Biology Conservation*, 211b, 45-50. [10.1016/j.biocon.2017.01.012](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.01.012)

- Morrison, D. W. (1979). Apparent male defense of tree hollows in the fruit bat *Artibeus jamaicensis*. *Journal of Mammalogy*, 60, 11-15. <https://doi.org/10.2307/1379753>
- Ortiz-Ramírez, D. L., Consuelo, Naranjo, E., & León-Paniagua, L. (2006). Selección de refugios por tres especies de murciélagos frugívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77(2), 261-270. doi.10.22201/ib.20078706e.2006.002.341
- Puente-Rolón, A. R., & Bird-Picó, F. J. (2004). Foraging behavior, home range, movements and activity patterns of *Epicrates inornatus* (Boidae) at Mata de Plátano reserve in Arecibo, Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*, 40, (3), 343-352. [https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/ja\\_iitf\\_2004\\_puenterolon001.pdf](https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/ja_iitf_2004_puenterolon001.pdf)
- Puente-Rolón, A. R., Reynolds, R. G., & Revell, L. J. (2013). Preliminary genetic analysis supports cave populations as targets for conservation in the endemic endangered Puerto Rican boa (Boidae: *Epicrates inornatus*). *PLoS One*, 8(5), e63899. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063899>
- Rodríguez-Durán, A. (1995). Metabolic rates and thermal conductance in four species of Neotropical bats roosting in hot caves. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 110A, 347-355. doi.10.1016/0300-9629(94)00174-r.
- Rodríguez-Durán, A. (1998). Nonrandom aggregations and distribution of cave-dwelling bats in Puerto Rico. *Journal of Mammalogy*, 79, 141-146. doi.10.2307/1382848
- Rodríguez-Durán, A. (2009). Bat assemblages in the West Indies: The role of caves. In T. H. Fleming and P. Racey (eds.), *Island Bats: Evolution, Ecology, and Conservation*. University of Chicago Press. 265-280 pp.
- Rodríguez-Durán, A., & Christenson, K. (2012). Breviario sobre los murciélagos de Puerto Rico, La Española e Islas Vírgenes. Publicaciones Puertorriqueñas y Universidad Interamericana de Puerto Rico, San Juan, Puerto Rico.
- Silva-Taboada, G. (1979). *Los murciélagos de Cuba*. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, Cuba.
- Simon, K. (2019). Cave ecosystem. *Encyclopedia of caves*. Third Edition, 26, 223-226. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814124-3.00025-X>
- Tanalgo, K., Tabora, J., & Hughes, A. (2018). Bat cave vulnerability index (BCVI): A holistic rapid assessment tool to identify priorities for effective cave conservation in the tropics. *Ecological Indices*, 89, 852-860. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.11.064.
- Trajano, E. (2012). *Protecting caves for the bats or bats for the caves: Chiroptera Neotropical 1, 1921*. [https://www.researchgate.net/publication/266869476\\_Protecting\\_caves\\_for\\_the\\_bats\\_or\\_bats\\_for\\_caves](https://www.researchgate.net/publication/266869476_Protecting_caves_for_the_bats_or_bats_for_caves)