

LA BIODIVERSIDAD QUE ESCONDEN LAS ISLAS EN EL CIELO: SECRETOS DEL PANTEPUI

Alejandra Paola Casiani Pichardo

apcasianip@udistrital.edu.co

Universidad Distrital Francisco José de Caldas,

Facultad de Ciencias Matemáticas y Naturales, Programa de Biología

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5537-9975>

Fecha de recepción: 29 de noviembre de 2023

Fecha de aprobación: 07 de diciembre de 2023

RESUMEN

El presente trabajo es un artículo de revisión en el que se realiza una recolección de datos acerca del origen de los tepuyes, antiguas mesetas de arenisca y cuarcita que datan del Precámbrico, cuya morfología los convierte en ecosistemas aislados con niveles variados de endemismo y especiación en su fauna y flora. A partir de la revisión de resultados de expediciones e investigaciones que se han realizado en el Pantepui Guayanés, se muestran algunas de las especies propias de sus cimas, así como se evidencian individuos presentes que no son endémicos. Posteriormente se realiza la exposición de algunas de las teorías propuestas más famosas que intentan explicar desde puntos de vista tanto geológicos como biológicos el origen y la distribución de las especies en la cima del Pantepui. El trabajo se centra en la importancia del material científico e investigativo que se encuentra aún sin desvelar en estos ecosistemas de altura, y que, aunque se han propuesto teorías, aún no se tiene certeza de lo que originó la formación del Pantepui Guayanés y aquello que desencadenó la peculiar distribución de biodiversidad que allí se encuentra.

Palabras claves: Tepuy, Escudo guayanés, Endemismo, Meseta.

ABSTRACT

This paper is a review article that collects data on the origin of the tepuis, ancient plateaus of sandstone and quartzite dating from the Precambrian, whose morphology makes them isolated ecosystems with varying levels of endemism and speciation in their fauna and flora. From the review of the results of expeditions and investigations that have been carried out in the Pantepui Guayanés, some of the species typical of its summits are shown, as well as the presence of individuals that are not endemic. Subsequently, some of the most famous proposed theories that try to explain from both geological and biological points of view the origin and distribution of the species in the summit of the Pantepui are presented. The work focuses on the importance of the scientific and research material that is still undeveloped in these high altitude ecosystems, and that, although theories have been proposed, there is still no certainty about what caused the formation of the Pantepui Guayanés and what triggered the peculiar distribution of biodiversity found there.

Keywords: Tepuy, Guiana Shield, Endemism, Plateau.

INTRODUCCIÓN

La Tierra se encuentra en constante cambio y transformación en todos los aspectos. Gracias a la reconocida hipótesis científica de la Deriva Continental, publicada en la obra *El Origen de los Continentes y los Océanos* en 1912 por el geofísico Alfred Lothar Wegener, se dice que en tiempos primigenios todas las tierras estuvieron unidas en un solo continente llamado Pangea (“Tierras juntas”), el cual a inicios del Mesozoico (hace aproximadamente 230 millones de años) comenzó a separarse lentamente en nuevos bloques continentales (Tarbuck y Ludgens, 2005), que luego al mismo tiempo pasaron por otros procesos de fragmentación y metamorfosis geológica por la intervención de factores químicos, físicos y biológicos externos, construyendo y destruyendo masas de tierra a lo largo de la historia hasta formar los continentes que se conocen ahora (Santoyo, s.f.). Sin embargo, existen amplias masas continentales que debido a su rigidez no sufrieron deformaciones importantes. A diferencia de, por ejemplo, lo que sucede con las rocas ubicadas en las zonas de convergencia de las placas tectónicas como en la cordillera del Himalaya donde se encuentra el Everest.

Esas rocas que difícilmente han sufrido cambios durante cientos de millones de años de historia son de esta manera las porciones más antiguas de roca de los continentes modernos: fragmentos de Pangea; a estas “raíces” de los continentes se les denomina cratones (Velázquez, s.f.). Los cratones están igualmente formados por extensiones terrestres (generalmente llanas) de rocas ígneas y metamórficas precámbricas que se encuentran expuestas y jamás han sido recubiertas por el mar, llamadas escudos (Alfaro et al., 2007).

En América hay tres escudos: el Canadiense, el Guayanés y el Amazónico. El Escudo Guayanés tiene una extensión de aproximada de 1.000.000 Km²; recorre Venezuela en toda la zona que corresponde al sur del río Orinoco y se extiende por Guyana Surinam, Guayana Francesa, la porción norte del Amazonas de Brasil y la porción

sureste del Amazonas de Colombia (Costa et al., 2013). Este escudo se conoce como una de las regiones más antiguas de la Tierra; su génesis data del Precámbrico con la solidificación y compactación del Cratón Amazónico (hace aproximadamente 3.000 millones de años) (Marín, 2010). En contraste, por ejemplo, la aparición de la cordillera de Los Andes es mucho más reciente: se formó hace aproximadamente 30 millones de años (Seyfried et al., 1998). Así, desde el Precámbrico en un lapso de tiempo que corresponde a dos tercios de la existencia de nuestro planeta, sobre la composición sólida del Escudo Guayanés se depositaron grandes cantidades de sedimentos arenosos por acción eólica hasta formar múltiples formaciones horizontales que, debido a fenómenos de compactación, se transformaron en rocas sedimentarias duras llamadas areniscas y cuarcitas, por su contenido de cuarzo (Huber y Riina, 2003). Posteriormente, la acción de agentes volcánicos, sísmicos, tectónicos, atmosféricos e hidrológicos fueron transformando progresiva y notablemente la cubierta rocosa original, dejando sobresalir estas imponentes formaciones, pasando a convertirse en mesetas en el paisaje llamadas tepuyes (Costa et al., 2013), que en lengua indígena pemón significa “brotes piedra” (Huber, 1987).

Existen cientos de tepuyes en el Escudo Guayanés, pero la mayoría y los de mayor extensión y altura se encuentran en el territorio venezolano. Siendo uno de los más conocidos el Roraima, tepuy de aproximadamente 2.500 metros de altura que inspiró al novelista sir Arthur Conan Doyle a crear su famosa obra “The Lost World” (El Mundo Perdido) (Barrio, 2013).

Los tepuyes presentan características geológicas muy peculiares, que los convierten en formaciones únicas en el mundo. Pueden alcanzar una altura de entre 800 y 3.000 metros sobre el nivel del mar (Pérez et al., 2001). Sus paredes forman una característica e inusual forma vertical, haciéndolos en su mayoría inaccesibles para el hombre, si no es por medio de helicópteros; y sus cumbres, que adoptan superficies muy variadas de entre 1 hasta

más de 1.000 Km² toman una configuración llana o plana (Rull, 2004), donde se establece un clima de tipo húmedo lluvioso, con ecosistemas de media y alta montaña que se diferencian de otros sistemas montañosos de manera biológica (Lee, 2023).

El término Pantepui o Pantepuy se utiliza para denominar la totalidad de los ecosistemas de montaña del Escudo Guayanés que presentan las características anteriormente mencionadas (Huber, 1987).

En cuanto a sus características y su relación con la evolución de la biota de sus cimas; la altura, forma y ubicación hacen que los tepuyes presenten niveles variados de aislamiento con respecto a los ecosistemas del medio circundante, como sabanas herbáceas y selvas tropicales. Este aislamiento los convierte en ecosistemas con un alto grado de especiación y endemismo en sus comunidades vegetales y animales (Barrio, 2013). Cada tepuy tiene diferencias en mayor o menor medida en cuanto a la vida que ha evolucionado en sus cumbres, algunos compartiendo géneros y muy ocasionalmente especies con otros; mientras que aquellos de menor altura y mayor facilidad de acceso, presentan especies de animales que han logrado adaptarse a la vida tanto en sus cimas como en los mares de vegetación que rodean estas “islas flotantes” (Barrio y Brewer, 2008).

Se cree que la biodiversidad pantepuyana corresponde al remanente de una antigua población de fauna y flora que anteriormente ocupó la zona antes de ser reducida por procesos erosivos, y dejar a la intemperie las mesetas. Luego de separarse geográficamente, las poblaciones comenzaron a desarrollar adaptaciones a los cambios ambientales de manera totalmente distinta, donde algunos lograron adaptarse en ciertos tepuyes mientras que otros no (Mayr y Phelps, 1967), lo que podría explicar la presencia y ausencia de grupos endémicos similares en la cima de algunas de estas formaciones, así como la enorme diversidad de fauna y flora que difiere tanto entre sí, como con la presente en las llanuras y sabanas que rodean el pie de los

tepuyes (Pérez, 2001). Sin embargo, esta teoría no explica la totalidad de la fauna del Pantepui. De hecho, hasta ahora no se sabe con certeza qué factores geomorfológicos, atmosféricos y biológicos fueron los que influyeron en el gran endemismo del Pantepui del Escudo guayanés, pero gracias a los estudios y exitosas expediciones que se han realizado para recolectar información sobre el pasado del Pantepui y descubrir cada vez más nuevas especies animales y vegetales, biólogos y geólogos han podido proponer diversas teorías al respecto en un intento por explicar este fenómeno biológico único en el mundo (Marín, 2010).

Metodología

Se realizó una revisión descriptiva de artículos científicos a través de la base de datos de Dialnet, sciELO, ResearchGate y con la ayuda de Google Scholar, sin establecer restricciones de fechas, y buscando principalmente documentos en español e inglés. En el proceso de búsqueda se utilizaron palabras y términos como “Tepuy”, “Mesetas del Escudo guayanés”, “Geomorfología del Escudo guayanés”, “Endemismo del escudo guayanés”, “expediciones en Tepuyes”, “Fauna y flora en los Tepuyes”. A partir de esto, se hizo una revisión de resúmenes y en algunos casos se hizo una lectura completa o parcial de los documentos hallados. Finalmente, aquellos artículos y trabajos que contenían la información buscada fueron leídos y analizados, tomados como referencia para desarrollar el contenido del presente artículo, y el resto de los documentos que no cumplían con el objetivo de búsqueda fueron descartados.

Resultados y discusión

Los ambientes en la cima de los tepuyes tienen escasa vegetación por la predominancia rocosa, y en consecuencia, la biodiversidad, si bien es de carácter altamente endémico, es definitivamente pobre y limitada (Huber y Riina, 2003). Además de esto, las expediciones en dichas mesetas son logísticamente difíciles, físicamente

demandantes y costosas, por lo que han sido escasas (Costa et al., 2013).

Las primeras expediciones de carácter científico en los tepuyes comenzaron a finales del siglo XIX, cuando E. ImThurn y H. Perkins, seguidos luego por F.V. McConnell y J.J. Quelch accedieron al Roraima (Altitud de 2730 m y extensión de 34,4 Km²) e hicieron colecciones botánicas y colecta de algunos ejemplares de reptiles y anfibios que fueron enviadas al Museo Británico y descritas por el herpetólogo belga G. Boulenger (Barrio, 2013). Al mismo tiempo, el Roraima fue el primer tepuy explorado con objetivos ornitológicos. En una expedición realizada en 1848, Robert Schomburgk acompañado por su hermano Richard, recolectaron 8 especies de aves pantepuyanas de las cuales el Colibrí Venezolano (*Campylopterus hyperythrus*), el Cucarachero del Pantepui (*Troglodytes rufulus*), la Candelita del Tepuy (*Myioborus castaneicapillus*), el Saltón de Tepuy (*Atiapetes personatus*) y el Pinchaflor Grande (*Diglossa major*) eran endémicas (Mayr y Phelps, 1967). Curiosamente, a pesar de ser el tepuy más visitado tanto por turistas como por científicos, el conocimiento de su fauna y flora es limitado (Barrio y Brewer, 2008). Por ejemplo, Godman y Salvin en 1887 describieron lo que ahora se conoce como *Calycopis matho* (Lycaenidae, Theclinae) en base a un ejemplar capturado por el ornitólogo y explorador inglés Henry Whitely. Este ejemplar de mariposa descubierto en la historia temprana de exploración del pantepui, se conoce como una especie endémica de las mayores elevaciones de algunas de estas formaciones, incluyendo al Roraima. Pero en contraste, hasta ahora, luego de cientos de años, solo se conocen tres especies de mariposas diurnas presentes en su cumbre (Costa et al., 2013).

Las primeras muestras herpetológicas descritas de cualquier tepuy son las provenientes de la cima y laderas de Roraima: *Oreophrynella macconelli*, *Otophryne robusta*, *Riolama leucosticta*, *Neusticurus rudis*, *Pristimantis marmoratus* y *Oreophrynella quelchii*, también conocida como Sapito rugoso del Roraima. Esta última es una especie muy peculiar, no

solo porque se puede encontrar en más de una cima tepuyana a diferencia de la mayoría de las de su género, sino también es conocida por su técnica defensiva que consiste en hacerse una bola y dejarse rodar por pendientes para escapar de algún peligro (Barrio, 2013).

La distinguida diversidad en la cima del Pantepui, prolifera debido a su adaptación a las condiciones climáticas y ecosistémicas de este tipo de ambientes. El clima en el Pantepui se ve marcado por abundantes precipitaciones durante casi todo el año, junto a presencia de neblina y rocío lo que hace que las cumbres tengan ambientes muy húmedos y con temperaturas relativamente bajas (Lee, 2023). Al mismo tiempo, algunos presentan gran parte de sus superficies cubiertas por rocas de arenisca desnuda, lo que dificulta el crecimiento de ciertos tipos de vegetación. Sin embargo, se da la presencia de especies de Bromeliaceae, que son las más importantes como colonizadoras de rocas, con muchas especies endémicas de los géneros *Lindmania*, *Navia* y *Brocchinia*. La gran mayoría de las areniscas expuestas en las cumbres de los tepuyes tiene una coloración negruzca muy típica, este color negro se debe a la colonización por parte de algas verde azules que prefieren la humedad para desarrollarse (Huber y Riina, 2003).

Las expediciones más recientes realizadas con ayuda de helicópteros comenzaron en la década de 1960, y permitieron ascender a algunas cumbres anteriormente inaccesibles o que presentaban un alto grado de dificultad de acceso para los biólogos. A partir de ese momento, se han podido describir más especímenes variados de aves, insectos, reptiles y anfibios, e incluso mamíferos, muchos de estos endémicos para la zona, así como obtener nuevos conocimientos sobre la geología del pantepui guayanés (Costa et al., 2013). Charles Brewer-Carías, los hermanos Michelangeli, Otto Huber y algunos pocos científicos más, en la modernidad son responsables de dar a conocer a la comunidad académica los misterios del Mundo Perdido, especialmente en cuanto a su biota.

Por ejemplo, en 1968 Brewer-Carías observó sobrevolando Sarisariñama unos inmensos hoyos que posteriormente fueron estudiados junto a la fauna y flora de sus alrededores por él y otros científicos en una serie de expediciones que culminaron diez años después. Estas simas (grandes depresiones o cavidades verticales) hechas en cuarcita sobre la superficie del Sarisariñama fueron bautizadas Sima Menor y Sima Mayor o Sima Humboldt, siendo esta segunda el abismo más grande del mundo, excediendo los 300 m de profundidad y teniendo un ancho máximo en su borde de 352 m que se ensancha hacia abajo hasta llegar a los 502 m (Audy y Bouda, 2013). Al mismo tiempo, estas formaciones también se pueden encontrar en otras mesetas como el sistema de cuevas Aonda en el Auyántepeui, sin embargo, no se sabe con certeza que procesos geológicos las pudieron haber formado, ni se ha estudiado a fondo la fauna y flora que albergan en su interior (Sasowsky y Alexander, 2020).

En una de las últimas expediciones en el Sarisariñama se reportaron cinco nuevas especies de anfibios para la ciencia, reportadas y descritas por Barrio-Amorós y Brewer-Carías en 2008: el dendrobátido *Anomaloglossus moffetti*, la ranita de cristal *Hyalinobatrachium mesai*, la rana arbórea *Hypsiboas tepuianus*, la ranita de lluvia *Pristimantis sarisarinama*, y el gecko diurno cornudo *Gonatodes superciliaris*.

Por otro lado, en la serranía de Chiribiquete, ubicada en Colombia, se descubrió el colibrí *Chlorostilbon olivaresi* durante una expedición en sus partes más altas, accesibles únicamente en helicóptero. También han sido descubiertos un escarabajo bupréstido *Chrysobothris chiribiquitensis*, una especie de mariposa *Cartea chiribiquetensis*, varias plantas y otros insectos como libélulas, que han sido descritos como únicos en la serranía (Huertas et al., 2015).

La biota y las comunidades de las cumbres

tepuyanas están muy diferenciadas, no sólo del resto de la región guayanesa, sino también de cualquier otro bioma planetario. Sólo se han encontrado algunas similitudes, aunque remotas, con ciertos ecosistemas andinos y páramos (Rull, 2004).

Por ejemplo, gracias a expediciones de análisis florístico en tepuyes de la Cordillera del Cóndor en Ecuador se han registrado géneros y especies como *Pagamea*, *Phainantha*, *Humiriastrum*, *Podocarpus tepuiensis* que son consideradas de gran importancia biogeográfica ya que también están presentes en el escudo Guayanés en Venezuela y en la Cordillera de los Andes, a pesar de corresponder a zonas geográficas muy alejadas entre sí (Jadán y Aguirre, 2013).

A pesar de la gran cantidad de expediciones que se han realizado en el pantepui guayanés, aún sigue habiendo escasa información hasta ahora debido a las limitaciones económicas y de accesibilidad, sin embargo, los estudios biológicos, ambientales y geológicos que se han llevado a cabo, han ayudado a construir las bases de teorías sobre el origen de la distribución y el endemismo de la biota pantepuyana.

Cada una de las hipótesis postuladas hasta la fecha para explicar el origen y actual distribución de los organismos vivos de esta región, recurre a evidencias que permiten sustentar cada propuesta, sin embargo, ninguna parece ser concluyente, resultando unas muy débiles frente a las objeciones de algunos autores y otras más convincentes en lo que respecta a la solidez de sus argumentos (Pérez y Lew, 2001).

Las primeras teorías sobre el origen de la biota del Pantepui se basaron en la apreciación de afinidades con la biota andina, y proponían un origen andino para sus aves (Mayr y Phelps, 1967). No obstante, inmediatamente emergieron serias críticas a esta propuesta, particularmente basadas en el entendido de que, como territorio geológico, el Escudo Guayanés (y sus tepuyes) es mucho más antiguo que los Andes, y por tanto cabría esperar precisamente lo contrario: que la biota pantepuyana, o al menos una parte importante de

ella, precediera a la biota andina, la cual posiblemente derivó de elementos presentes en Suramérica antes de la emergencia de la Cordillera de Los Andes (Costa et al., 2013).

De la gran cantidad de teorías que se han propuesto, se han discutido y se han refutado, se pueden destacar la Teoría del puente montañoso, la Teoría de la meseta, la Teoría del cambio de hábitat, y la Teoría del clima fresco.

La Teoría del puente montañoso intenta explicar las afinidades florísticas y faunísticas de los ambientes subtropicales, ubicados en pisos altitudinales elevados y aislados entre sí (asemejándose a "islas"), entre los que se cuentan las cimas de los tepuyes y las laderas montañosas de la Cordillera de los Andes (Pérez y Lew, 2001). Varios autores han explicado la afinidad entre la fauna de dos o más "islas de clima subtropical", proponiendo la existencia en el pasado de una conexión montañosa que ofrecería un hábitat relativamente continuo para la dispersión de los organismos. La posterior desaparición de esta unión explicaría la existencia de dos o más distribuciones de grupos taxonómicamente relacionados, separados entre sí (Marín, 2010). Sin embargo, esta propuesta es descartada por algunos científicos, debido a que no existen evidencias geológicas que soporten la suposición de que la Cordillera de los Andes y el Escudo Guayanés estuvieran conectados en un pasado.

La Teoría de la Meseta, similar a la anterior, está basada en la existencia original de una amplia meseta única, que como resultado de un largo proceso de erosión fue fragmentada, dando origen a "trozos" aislados que hoy conocemos como tepuyes y a otras formaciones erosionales elevadas que existen actualmente (Rull, 2004). La presencia de algunas especies remanentes en diversas mesetas de

de arenisca del Escudo Guayanés podría explicarse adecuadamente mediante esta teoría, suponiendo que especies de amplia distribución en toda la extensión de esa antigua meseta, fueron quedando igualmente aisladas en sus cimas (Pérez y Lew, 2001). Aunque ésta es la teoría más aceptada sobre el origen del Pantepui y una posible explicación de la forma en que está distribuida su biota, no se tienen pruebas geológicas que la respalden.

Mayr y Phelps (1967), al estudiar la distribución de las aves en las mesetas, postulan que en realidad el fraccionamiento de esta meseta ocurrió con anterioridad a la evolución de la avifauna y cuestionan seriamente esta teoría, sólo aceptando con ciertas reservas que pudiera ser adecuada para explicar el origen de los géneros y las especies endémicas de esta región. Sin embargo, según estos autores, no explica la distribución irregular, no uniforme, de tales especies.

La Teoría de Cambio de Hábitat ha sido reseñada por varios científicos como Mayr y Phelps (1967), Hoogmoed (1979) y Gorzula (1987). Con esta teoría se señala que una pequeña parte de las aves endémicas de Pantepui deriva de ancestros de tierras bajas, muchas de las cuales aún existen en la región. Consecuentemente algunas poblaciones fueron ocupando pisos altitudinales más elevados que los habitados por sus ancestros (Marín, 2010).

Según Mayr y Phelps (1967), la evidencia disponible apoya fuertemente esta teoría, al menos para el caso de algunas de las especies de aves de Pantepui. Tal información fue sustentada teniendo como base la presencia de al menos 19 especies distribuidas ampliamente en las llanuras circundantes, principalmente al pie de estos tepuyes, que han dado origen a subespecies endémicas del propio Pantepui. Sin embargo, no habría explicación para lo que ocurre en el ejemplo contrario descrito por Hoogmoed (1979), al aclarar la distribución de las especies de dos géneros muy antiguos de anfibios (*Oreophryne* y *Otophryne*). El conjunto ancestral de estas especies que ocupaba las zonas altas pudo haber quedado aislado en los dife-

rentes tepuyes durante los más recientes procesos de elevación del macizo, permitiendo un largo proceso evolutivo independiente entre las especies. Como consecuencia de los cambios climáticos del Pleistoceno, algunas de las nuevas especies resultantes pudieron haberse desplazado hasta ocupar las zonas más bajas, donde son conocidas en la actualidad (Pérez y Lew, 2001). Finalmente, La Teoría del Clima Fresco enfatiza la posibilidad de una baja general de las temperaturas en el Pleistoceno, la cual facilitó el acceso de algunas especies hacia el Pantepuy (Marní, 2010); pero, según Mayr & Phelps Jr. (1967) de ser así, la fauna debería ser uniformemente distinta de aquella de la cual se derivó, por lo que se refuta tal relación.

Conclusiones

Los tepuyes son ecosistemas que no han sido ampliamente estudiados hasta la fecha. A pesar de esto, la gran cantidad de resultados de nuevas especies endémicas y no endémicas con cada expedición, el descubrimiento de nuevas formaciones y características topográficas y geológicas, y el surgimiento de teorías que intentan explicar los secretos del génesis tanto del Escudo como de su amplia biodiversidad, son la prueba de que el Pantepui tiene un enorme potencial de información aún sin descubrir y que sus peculiares características bióticas y geológicas únicas en el mundo, están captando la atención de la comunidad científica.

Las teorías planteadas hasta ahora no pueden explicar en su totalidad la diversidad faunística y vegetal, y el endemismo en la cima de las imponentes mesetas. Pero, se puede concluir que dichas hipótesis al interpretarse en conjunto funcionan como un punto clave y un inicio para la comunidad científica que ayuda a ofrecer una mayor claridad sobre

algunos de sus aspectos geomorfológicos, biológicos y ecosistémicos.

La presencia de especies endémicas exclusivas de uno o varios tepuyes, parece encontrar su explicación en el fenómeno del antiguo fraccionamiento del macizo. Por otro lado, la teoría del clima fresco responde en mayor o menor medida la incógnita de la presencia de grupos taxonómicamente relacionados tanto en Pantepui como en la Cordillera Andina y otras formaciones, como los tepuyes del Ecuador que son externos al Escudo Guayanés. Finalmente, la Teoría del cambio de hábitat ayuda a comprender la presencia de subespecies en las zonas altas originadas por grupos originarios de zonas bajas y viceversa.

Bibliografía

- Alfaro, P., Andreu, J. M., Herrero, M. G., Martín, J. A. L., & Gómez, Á. P. (2007). Un estudio integrado del relieve terrestre. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15(2), 112-123.
- Audy, M., & Bouda, R. (2013, July). Quartz-sandstone caves on table mountains of Venezuela. In *Proceedings of the 16th International Congress of Speleology, Brno 19-27 July 2013 (Vol. 2, pp. 20-23)*. https://digitalcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1012&context=kip_talks#page=23
- Barrio-Amoros, C. L. (2013). TESOROS DE NUESTRA BIODIVERSIDAD. La herpetofauna del mundo perdido. https://www.researchgate.net/profile/Cesar-Barrio-Amoros/publication/269335196_La_Herpetofauna_del_Mundo_Perdido_Venezuela/links/548729ca0cf289302e2ed4f5/La-Herpetofauna-del-Mundo-Perdido-Venezuela.pdf
- Barrio-Amoros, C. L., & Brewer-Carias, C. (2008). Herpetological results of the 2002 expedition to Sarisariñama, a tepui in Venezuelan Guayana, with the description of five new species. *Zootaxa*, 1942(1), 1-68.

- Costa, M., Vilorio, Á. L., Huber, O., Attal, S., & Orellana, A. (2013). Lepidoptera del Pantepui. Parte I: Endemismo y caracterización biogeográfica. *Entomotropica*, 28(3), 193-217. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_ento/article/view/7284
- Guerrero, R. (2022). MAMÍFEROS COLECTADOS EN EL PANTEPUI DE VENEZUELA. *ACTA BIOLOGICA VENEZUELICA*, 42, 2. https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Guerrero-15/publication/371307671_Mammals_collected_from_the_Venezuelan_Pantepui/links/647e6a0079a72237651370c3/Mammals-collected-from-the-Venezuelan-Pantepui.pdf
- Huber, O. (1997). Ambientes fisiográficos y vegetales de Venezuela. *Vertebrados actuales y fósiles de Venezuela*, 279-298.
- Huber, R. R. O., & Riina, R. (2003). Ecosistemas exclusivos de la Guayana. *Biodiversidad en Venezuela* (Aguilera M., Azocar A., González Jiménez E., eds.). Fundación Polar. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Caracas, 2, 828-861.
- Huertas, B., Moorwood, A., Forero, F., Kirby, R., Rodríguez, A., & Doyer, T. (2015). Cada punto cuenta. Nuevos registros encontrados durante una evaluación rápida de diversidad en uno de los tepuyes del Parque Nacional Serranía de Chiriquete, durante la filmación del documental de National Geographic 'Wild Colombia' y de la película 'Colombia Magia Salvaje'. *Conservación Colombiana*, 1(23), 82-90.
- Jadán, O., & Aguirre, Z. (2011). Flora de los Tepuyes de la Cuenca Alta del río Nangaritza, cordillera del Cóndor. *Evaluación Ecológica Rápida de la biodiversidad de los Tepuyes de la Cuenca Alta del Río Nangaritza, Cordillera del Cóndor, Ecuador*. Quito: Conservación Internacional, 41-48.
- Lee L. (2023). EL PANTEPUI GUAYANÉS.
- Marín G. (2010). Acerca del origen y biogeografía de la avifauna del Pantepuy o Croizat versus Mayr: una revisión crítica. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3990076>
- Mayr, E., & Phelps, W. H. (1967). The origin of the bird fauna of the south Venezuelan highlands. *Bulletin of the AMNH*; v. 136, article 5.
- Pérez-Hernández, Roger, & Lew, Daniel (2001). Las clasificaciones e hipótesis biogeográficas para la guayana venezolana. *Interciencia*, 26(9), 373-382. Recuperado en 22 de octubre de 2023, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442001000900002&lng=es&tlng=es.
- Rull, V. (2004). Biogeografía histórica de las tierras altas de Guayana y origen. *Orsis: organismes i sistemes*, 37-48.
- Santoyo Rodríguez P. (s.f.) Los supercontinentes de la Tierra. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n8/r6.html#refe1>
- Sasowsky, I. D., & E. Calvin. Alexander Jr (2020). Sinkholes developed in sandstone. https://digitalcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1014&context=sinkhole_202
- Seyfried, Hartmut, Worrier, Gerhard, Uhlig, Dieter, Kohler, Ingrid, & Calvo, Claudio. (1998). INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA DE LOS ANDES EN EL NORTE DE CHILE. *Chungará (Arica)*, 30(1), 7-39. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-73561998000100002>
- Tar buck, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física*.
- Velázquez Olivera A. (s.f.) Los Tepuyes y las cuevas enigmáticas. http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/495_cienciorama.pdf