

FORMACIONES FUNGIFORMES DEL MEDIO VADOSO EN LA SIMA DE LOS PORTALES (Cuba)

por Hannes ECHTINGER¹ y Juan J. GUARCH²

Resumen

El presente trabajo trata sobre la descripción y el posible origen de un grupo de formaciones fungiformes halladas en la Sima de los Portales, ubicada en los cerros calizos de Maniabón que se alcanzan al norte de la región oriental de Cuba.

Esta sima, típicamente vadosa, no posee ningún indicio de haber contenido lagos freáticos en su interior y, por lo tanto, los espeleotemas están relacionados con lagos de aguas de acumulación que existieron durante los óptimos climáticos interglaciales. En estas etapas la pluviosidad en toda el área de las Antillas fue mucho más intensa que en la actualidad, lo que trajo como consecuencia que se formaran, durante un largo periodo de tiempo, lagos vadossos en la zona de aireación del karst.

Estos espeleotemas representan un nuevo tipo, atendiendo a su génesis, pues las formaciones fungiformes siempre se habían asociado con los lagos freáticos litorales y, que tengamos constancia, nunca se habían relacionado con el medio vadoso hipogeo.

Abstract

In this present paper we describe and offer a possible explanation of the origins of mushroom-like speleothems found in the pothole Sima de los Portales which is situated in "cerros calizos", residual limestone hills or hums, that lie in the northern part of the Región de Maniabón in eastern Cuba.

This typical vadose pothole shows no evidence of having ever had phreatic lakes and therefore these speleothems, which are now 170 meters above sea level, are associated with accumulated-water lakes. These lakes formed during more humid and warmer interglacial periods during the Upper Pleistocene when the rainfall in the Caribbean was far more intense than it now is and this led to the formation and the long existence of these vadose lakes in the aeration zone of the karst.

These speleothems represent a new type with regard to their genesis as they have always been associated with phreatic littoral lakes and never with vadose zone lakes.

Introducción

En la literatura espeleológica existe un tipo de formación secundaria que ha llamado mucho la atención a los investigadores, tanto por su morfología, como por los factores que intervinieron en su génesis. Son conocidos como espeleotemas fungiformes y fueron citados por vez primera por el Dr. A. Núñez en 1958, al presentar un estudio de estas formaciones halladas en las Cuevas de Caguanes (Sancti Spiritus, Cuba). Aparte de las cuevas de Caguanes, no han sido muy abundantes en Cuba las localidades con este tipo de espeleotemas. Las citas son dispersas a lo largo de la isla, como

es el caso de la cueva de Sinchán ubicada en Cabo Cruz, provincia Granma (GUARCH, 1988) y la de una gruta que se abre en la región de Guanayara, en la provincia de Sancti Spiritus (NÚÑEZ, 1967).

En otras regiones del mundo también las citas han sido escasas. Destacan las cuevas del Drac, en Mallorca (España), donde las fungiformes guardan un gran parecido con las de Caguanes (GINÉS & GINÉS, 1992); igualmente en Cerdeña (Italia) y en las Islas Bermudas han sido hallados estos espeleotemas que tienen cierta similitud con los encontrados en los karst cubanos y mallorquines. Es lógico pensar que en otras regiones del mundo, sometidas a procesos geológicos parecidos, existan cavernas con estos tipos de espeleotemas, pero la falta de datos al respecto impide

1 Dr. Hannes Echtinger - Geógrafo - Altenhof 52 - A-5622 Goldegg - AUSTRIA

2 Juan J. Guarch - Espeleólogo - Apartado 46 - CP 80.100 Holguín - CUBA

poder suministrar una información más amplia sobre estos fenómenos litoquímicos.

De acuerdo con las investigaciones que se han efectuado, las formaciones fungiformes deben su origen a inundaciones freáticas glacioeustáticas que han sufrido las cavernas después de haber pasado por un período seco, durante el cual se originaron estalactitas u otras formaciones. Posteriormente quedaron sumergidas parcial o totalmente, y por lo tanto, son propias de cavidades que han pasado por una segunda inundación freática (NÚÑEZ, 1967). Este tipo de espeleotemas registran pues, antiguas posiciones altimétricas del nivel marino (NÚÑEZ, 1973; GINÉS *et al.*, 1981).

Las formaciones que se estudian en este trabajo se ubican en la Sima de los Portales, la cual se abre en lo alto de un gran cerro calizo de igual nombre, al noreste de la provincia de Holguín. Las evidencias indican que fueron originadas dentro de las aguas vadosas, pues la génesis de la cavidad no posee indicios de haber tenido en ningún momento niveles de aguas freáticas, ya que se trata de una cueva totalmente vadosa, originada por las aguas de infiltración procedentes de las precipitaciones.

Indudablemente, las aguas originadoras de tales fenómenos litoquímicos tuvieron relación con los intensos cambios climáticos ocurridos en la región del Caribe durante los períodos interglaciales pleistocénicos, en los cuales los valores de las precipitaciones fueron mucho mayores que en la actualidad. Esto trajo como consecuencia una serie de cambios muy importantes y significativos en las regiones kársticas cubanas.

Características del óptimo climático interglacial en Cuba

Los períodos glaciales no son más que lapsos de tiempo en los cuales una gran parte del planeta sufrió un intenso enfriamiento. Durante el máximo glacial existió un período de intensa sequía, señalado por LORENZO (1987) para el área del trópico americano (Cáncer), al apuntar que una glaciación en las altas latitudes provoca una disminución de la pluviosidad, acompañada por bajas temperaturas. Posteriormente ocurría todo lo contrario, o sea, un calentamiento progresivo del planeta hasta que se llegaba al óptimo climático interglacial, etapa en la que desaparecían los glaciales y las temperaturas se elevaban considerablemente, existiendo un clima cálido y húmedo.

Indudablemente, durante estos períodos ocurrieron una serie de alteraciones climáticas en cuanto al calentamiento solar, volumen de precipitaciones, niveles de las aguas marinas, etc. Los episodios interglaciales estaban emparejados a grandes eventos pluviales, particularmente en las regiones tropicales, donde las lluvias debieron de ser muy intensas.

Con respecto al clima que hubo en Cuba y en el resto de las Antillas han existido numerosas hipótesis,

pero en este trabajo se utilizarán las propuestas por SHANZER *et al.*, (1975), ORTEGA & GARCIA (1982) y ORTEGA & ZHURAVLIOVA (1983) entre otros, que plantean que los períodos húmedos coinciden con los óptimos interglaciales y los secos con los de máxima intensidad glacial (GARCIA, 1991). En los óptimos interglaciales el territorio cubano estaba afectado por grandes lluvias debido, entre otros aspectos, a que el agua del planeta se hallaba dentro del ciclo evaporación-condensación-precipitación. Al ser más reducidos los glaciales en los que estaba inmovilizado este elemento, hubo un gran incremento de las precipitaciones. "Durante el interglacial, en el hemisferio Norte ocurre una mayor evaporación en los mares tropicales, con lo cual se incrementa el ciclo extremo de precipitaciones y la franja desértica que en ocasiones se ha desplazado hacia el sur es empujada al norte, implantándose un pluvial en la franja tropical." (GARCIA, 1991).

En Cuba y según datos que se han obtenido, al final del último interglacial, hace unos 63 mil años A.P, se inició un pluvial que duró unos 4.000 años, el cual afectó el nivel de las aguas marinas al ascender unos 10 m con respecto al momento actual.

Analizando todas estas características climáticas, especialmente en lo que se refiere a las lluvias, es de suponer que durante estos períodos interglaciales las zonas de aireación del karst tuviesen una circulación hídrica superior a la actual, circulando un gran volumen de agua a través de todos sus intersticios o discontinuidades. Esto traería como consecuencia que numerosos lagos hipogeos que en la actualidad son estacionarios o inactivos fueran permanentes, por lo menos durante un largo período de tiempo, aumentando la ocurrencia de acuíferos colgados en la zona de aireación kárstica.

La Sima de los Portales

CARACTERÍSTICAS MORFOGENÉTICAS

Antes de pasar a realizar una descripción de la mencionada sima, se impone un análisis del Grupo Orográfico Maniabón, en el que está enclavado el cerro de los Portales, uno de los tantos que se elevan al norte de la ciudad de Holguín, y que conforman un paisaje muy exclusivo de esta región fisiográfica, famosa como una de las áreas típicas del karst cónico tropical (ACEVEDO, 1982).

Los cerros de Maniabón se distinguen principalmente por tener sus partes superiores formadas por calizas órgano-detriticas, masivas, con una edad probable del Campaniense-Maestrichtiense (Cretácico) pertenecientes a la Formación Iberia (JAKUS, 1983); mientras que sus bases están formadas por rocas serpentiniticas al igual que la llanura que los rodea. Las laderas de los cerros, en su porción caliza, son muy verticales, llegando incluso a ser extraplomadas. En cambio, en la zona serpentinitica las laderas son más suaves y van a desaparecer gradualmente en la llanura, lo

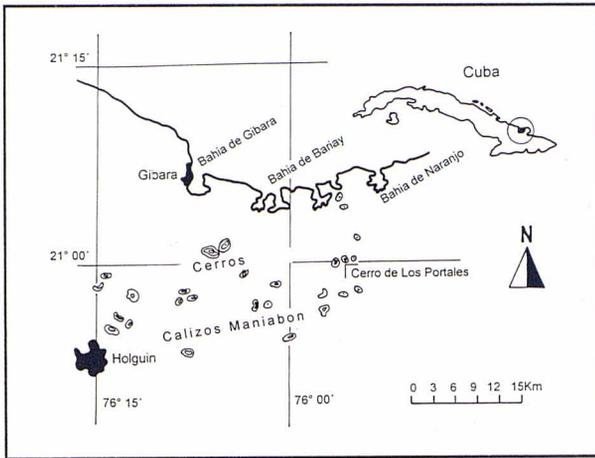


Figura 1: Ubicación geográfica de la región del Maniabón.

Figure 1: Geographic position of the Región de Maniabón.

que da a los cerros un aspecto muy característico, diferenciándolos del resto de los mogotes y elevaciones kársticas que existen en el país (GUARCH *et al.*, 1988).

Estos bloques calizos son alargados, teniendo la mayoría una forma irregular en planta y se incrustan en la profundidad de sus bases serpentiniticas de acuerdo con la longitud y anchura en el actual corte de erosión (KNIPPER & PUIG, 1967). Todas estas características hacen que posean una serie de condiciones para que en ellos se desarrolle un karst muy específico, considerado como: el tipo mejor desarrollado y más accidentado morfológicamente del carso aislado y disperso del mundo entero (PANOS, 1988).

Las cimas de estos *monadnocks* están surcadas por sistemas de diaclasas verticales producidas por los movimientos neotectónicos que ha sufrido la región; los

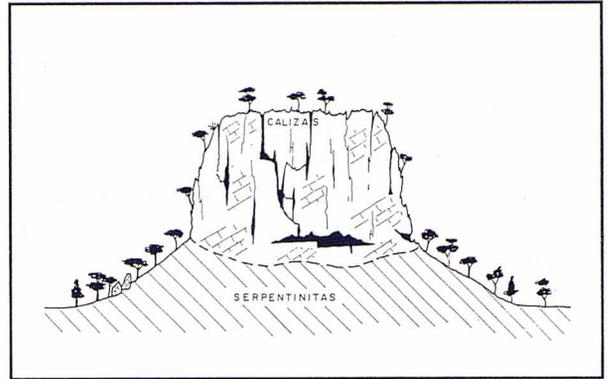


Figura 2: Corte idealizado de uno de los cerros.

Figure 2: Idealised section of one of the "cerros".

campos de lapiaz están fuertemente desarrollados e igualmente existen simas, dolinas y sumideros. La circulación hídrica vertical es muy intensa y ha creado, en muchos de ellos, grandes conjuntos de galerías descendentes, las cuales poseen sus formas de acumulación dentro del mismo macizo y drenan por las laderas de los mismos en la zona de contacto entre las calizas y las serpentinitas formando manantiales estacionales, pues éste es el nivel de base de los cerros.

La Sima de los Portales, como se expresó con anterioridad, se abre en lo alto de uno de estos macizos, el cual posee una altura de 212 m.s.n.m. teniendo un largo aproximado de 560 m por unos 400 m de ancho. La porción caliza es un gran bloque de aproximadamente 100 m de altura, de laderas muy verticales, en la cual las huellas del intemperismo se pueden observar claramente. La caliza está casi completamente expuesta y el lapiaz se desarrolla de una forma muy

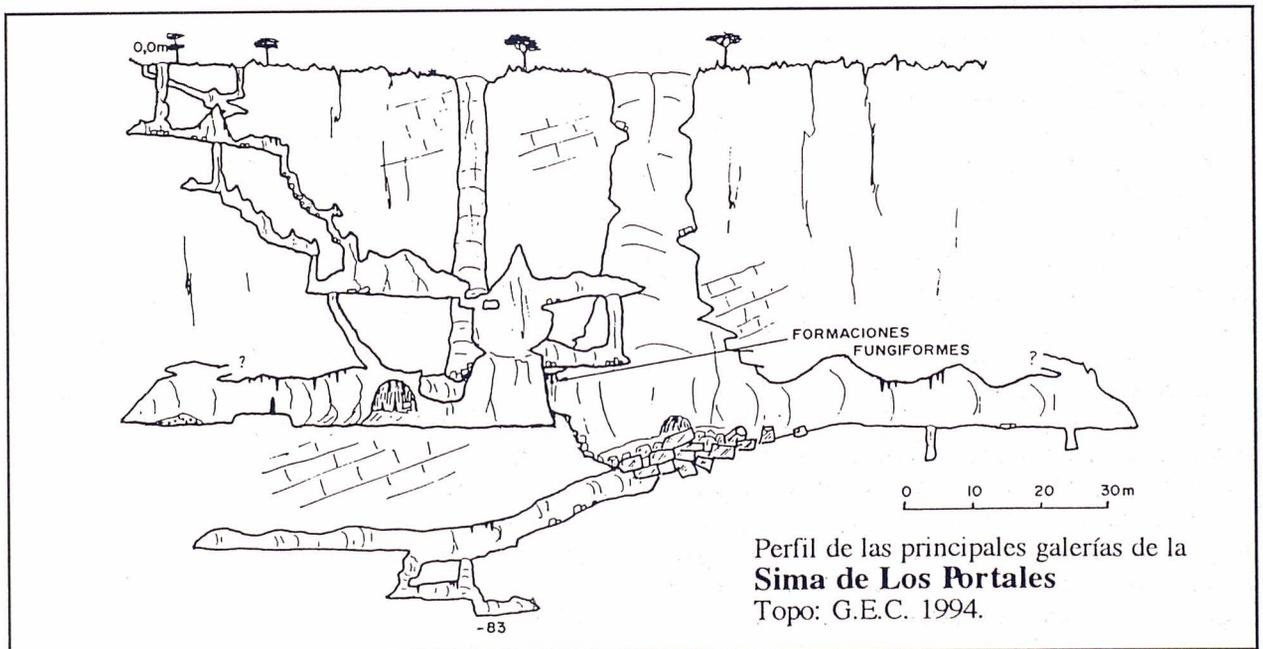


Figura 3: Topografía de la Sima de los Portales.

Figure 3: Topography of the pothole Sima de los Portales.

intensa, existiendo grandes surcos que recorren las laderas casi totalmente a modo de estrías. En la parte superior del cerro se abren una serie de simas y claraboyas que dan paso a esta importante cavidad, en donde los conductos forman un intrincado laberinto vertical, pues estos se van a ir intercomunicando a distintas profundidades hasta que aproximadamente a -60 m la cueva se torna horizontal, adquiriendo las galerías y salones una magnitud mucho mayor y volviéndose entonces algo laberíntica, siguiendo el cavernamiento la dirección del sistema de grietas predominante. La sima se originó debido a las aguas procedentes de las lluvias que en su recorrido vertical fueron ampliando las grietas preexistentes en estos sectores, siendo la erosión superior a la disolución; en cambio, en el sector inferior, donde las galerías son horizontales y de mayor magnitud, las aguas se acumularon producto de la cercanía de las rocas serpentínicas que impidieron su paso hacia el subsuelo. El contacto agua-caliza fue más duradero llegándose a desarrollar una morfología muy parecida a la de las cuevas freáticas, donde los procesos disolutivos superan a los erosivos. Cabe señalar que en algunos antros de Maniabón existen lagos hipogeos con estas mismas características que en la actualidad están activos (GUARCH & CRUZ, 1989).

Además de lo antes señalado, hay que destacar que en algunos sectores cavernarios existen morfologías que se corresponden con conductos de erosión inversa. Estos sectores fusiformes indudablemente son primarios y se unieron al resto de la cavidad al ser interceptados por los conductos anteriormente descritos.

Esta cavidad ha sido clasificada como vadosa, siguiendo la metodología de la Clasificación genética de las cuevas de Cuba (NÚÑEZ *et al.*, 1984), sus características hidrológicas corresponden a una cavidad indirecta absorbente, de caudal autóctono y su funcionamiento es estacional, correspondiéndose con los períodos lluviosos según los parámetros establecidos en el Atlas hidrogeológico de las islas del Caribe (MOLERIO, 1989).

ORIGEN DE LAS FORMACIONES FUNGIFORMES VADOSAS

Antes de tratar el aspecto del origen de los espeleotemas fungiformes vadosos de la Sima de los Portales, se hace necesario una breve reseña de como se desarrollan estos espeleotemas en su forma clásica, es decir, dentro del medio freático litoral de las cavernas.

Generalmente las formaciones fungiformes se originan en un medio lacustre litoral, influenciado por los ascensos y descensos que han sufrido los mantos freáticos costeros durante los períodos glaciales e interglaciales. La forma de ellas es geoide y su superficie en ocasiones es granulosa. Según estudios petrográficos que se han realizado, se estableció que están formadas por una roca algo friable, con alguna estra-

tificación de grano muy fino y, que en otros casos, son compactas (NÚÑEZ, *et al.*, 1984).

Su génesis se produce a partir de una estalactita u otra formación secundaria aérea que en un momento dado queda en contacto con las aguas de un lago hipogeo. Si estas aguas presentan una alta concentración de carbonato de calcio, éste se precipitará sobre estos espeleotemas vadosos, acumulándose los cristales hasta dar origen a una formación fungiforme. Con respecto a la génesis de estas formaciones NÚÑEZ (1967) plantea: El origen de tales formaciones es lacustre. Efectivamente se originaron después que sus correspondientes estalactitas que estaban formadas en un ambiente aéreo; posteriormente subió el nivel freático por encima de las puntas de las estalactitas. Las aguas lacustres subterráneas cargadas de carbonato de calcio permitieron la concreción calcárea alrededor de las estalactitas, estalagmitas y columnas.

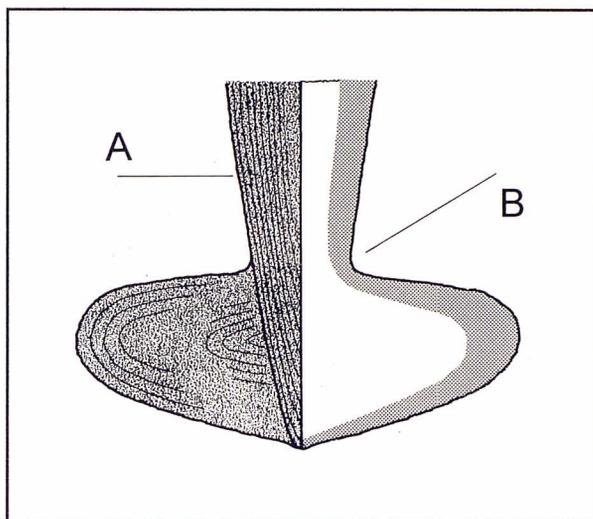


Figura 4: Dibujo de las formaciones fungiformes.

Figure 4: Primary drawing of the mushroom-like speleothems.

Si se realiza un corte longitudinal de una formación fungiforme dentro de ella se podrá observar una estalactita u otro espeleotema y alrededor de él, las distintas capas de carbonato que se fueron depositando a través del tiempo, siendo éste el aspecto más característico de estos tipos de formaciones secundarias. En la Sima de los Portales, están asociadas a una cavidad con características morfológicas y genéticas que se alejan totalmente de influencias freáticas litorales. Su origen está en relación con el recorrido de las aguas precipitacionales, a través de las grietas existentes en el cerro. Ahora bien, como se expresó con anterioridad, las partes más profundas de esta sima son horizontales debido a la cercanía de las rocas serpentínicas que impiden el avance vertical de las aguas. Las formas de emisión del antro están representadas por conductos que drenan al exterior a través de grietas que forman manantiales estacionales, sin emisiones hídricas impor-

tantes. Esto implica que si penetran grandes cantidades de agua en la cueva, estas se acumulan producto del escaso drenaje que poseen. Durante el último estadio interglacial, al ocurrir un importante aumento en la pluviosidad, a esta sima llegaba un gran volumen de agua que penetraba por las dolinas, claraboyas y grietas, hasta llegar a las zonas horizontales, donde se acumulaban, formando acuíferos colgados o aguas en lente a distintos niveles, que debieron permanecer estables durante un largo período de tiempo.

Es preciso señalar que no todas las zonas de la sima debieron estar comunicadas entre sí, es muy probable que los sectores en que existen las fungiformes no estuviesen comunicados directamente con el resto de la sima, estos se hallaban solo comunicados directamente con el exterior a través de grietas por donde entraba el flujo hídrico. Posteriormente, estos sectores se fueron uniendo al resto del antro producto de la disolución causada por las mismas aguas de acumulación que contenían, quedando unidos al resto de la cueva y desaguados al tener un mayor volumen de caverna que recorrer. El aspecto de la incomunicación de estos recintos se deduce por la presencia de helictitas asociadas a estas formaciones, que se originaron en un período posterior a las fungiformes, pero anterior al de la comunicación con el resto de la caverna, pues estos tipos de espeleotemas necesitan para formarse un ambiente cerrado, sin grandes corrientes de aire y una humedad ambiental bastante alta (NÚÑEZ *et al.*, 1984).

Durante la etapa en que los recintos cavernarios estuvieron conteniendo los pequeños lagos, la cantidad de carbonato disuelto en ellos fue bastante alta, formando lo que se conoce con el nombre de zinolita (NÚÑEZ *et al.*, 1984) o calcita flotante (LLOPIS, 1982), facilitando de este modo las deposiciones carbonáticas. Bajo estos parámetros no es ocioso pensar que se dieran las condiciones necesarias para que se fueran originando las fungiformes que hoy se observan en las puntas de las estalactitas de la sima.

Con respecto a la capacidad de las aguas vadasas para crear formaciones del medio acuático, hay que tener en cuenta que el concepto de espeleotema subacuático (*underwater speleothems*) no implica que estos hallan de corresponder necesariamente al medio freático, ya que son abundantes y numerosos los ambientes deposicionales subacuáticos instalados en plena zona vadosa de un macizo kárstico cualquiera (POMAR *et al.*, 1977).

Igualmente sabemos que, refiriéndose a otros tipos de deposiciones carbonáticas del medio lacustre como la zinolita, las perlas de cueva, los gours o represas, etc., éstas se pueden originar dentro de las aguas vadasas acumuladas durante largos períodos de tiempo (NÚÑEZ *et al.*, 1984), por lo que no se descarta la idea de que las fungiformes se puedan desarrollar en un medio parecido que reúna los parámetros necesarios para dar paso a su génesis. Por otra parte, estas formaciones de los Portales son bastante similares morfo-

lógicamente a las encontradas en las Cuevas de Caguanes (NÚÑEZ com. pers.), conteniendo también en su interior una estalactita.

Además de las fungiformes se observan otras huellas de inundaciones en varios sectores de la sima, como son nivelitas o marcas de agua, delgados pisos de zinolita muy mezclados con los sedimentos terrígenos, pequeñas concreciones carbonáticas cubriendo huesecillos y también se pueden observar pisos que denotan claramente fondos de antiguos lagos ya extintos.

Conclusiones

Durante el Cuaternario y coincidiendo con los estadios interglaciales se produjeron en Cuba y en la región del Caribe una serie de cambios climáticos que influyeron notablemente sobre los karst isleños del área. Entre estos cambios está el aumento considerable de las precipitaciones, como consecuencia, la zona vadosa estuvo sometida a una circulación hídrica intensa, lo cual produjo que se formaran acuíferos colgados, apareciendo en el interior de las cuevas lagos que se mantuvieron durante un largo período de tiempo.

Esto influyó en los procesos genéticos de las cavernas, dando lugar también a la existencia de fenómenos litoquímicos propios de los medios freáticos como las formaciones fungiformes, pues se reunieron las condiciones necesarias para su desarrollo, tales como la existencia de estalactitas que penetraban en los lagos, el alto porcentaje de carbonato de calcio disuelto en las aguas y el poco movimiento de la masa hídrica, lo que propició un medio bastante semejante al freático, desarrollándose una morfología muy parecida a la de estos acuíferos.

Las formaciones fungiformes de la Sima de los Portales se pueden clasificar como fungiformes vadasas, ya que su origen está vinculado estrechamente con este tipo de aguas; son por tanto, en cuanto a su génesis, un tipo muy especial dentro de los depósitos litoquímicos subterráneos.

Estos espeleotemas hasta el momento solo han sido encontrados en la mencionada sima, pues en ella fue donde se reunieron todos los factores necesarios para su formación. No se descarta que en otras cavidades de los Cerros Calizos de Maniabón se puedan hallar, pues la mayoría presentan las mismas características de haber poseído en sus niveles inferiores lagos vadosos relacionados con estadios interglaciales e incluso, algunas de ellas, los presentan activos en la actualidad. Con el desarrollo de nuevas investigaciones y estudios en esta interesante región kárstica de montaña, quizás se puedan dar respuestas a un gran número de interrogantes que todavía existen, no solo con respecto a las fungiformes, sino a toda una serie de aspectos relacionados con el funcionamiento y la dinámica, tanto epigea como hipogea, de estos interesantes macizos kársticos.

Bibliografía

- ACEVEDO, M. (1982): La región de Maniabón, Cuba: aplicación de una metodología de investigación geográfica, práctica y compleja a una región tropical. In: *Coloquio internacional sobre hidrogeología cársica de la región del Caribe*. Edit. Palacio de las Convenciones. Ciudad de La Habana, Cuba. pp 15.
- GARCIA, F. (1991): Hipótesis sobre el poblamiento temprano de Cuba a partir de un estudio paleoclimático del cuaternario. In: *Estudios Arqueológicos*. Edit. Academia de Ciencias. La Habana, Cuba. pp 1-25.
- GINÉS, A. y GINÉS, J. (1992): Las coves del Drac. *Endins*, 17: 5-20. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. y POMAR, L. (1981): Phreatic speleothems in coastal caves of Majorca (Spain) as indicators of mediterranean pleistocene paleolevels. *Proceedings Eighth International Congress of Speleology*, 2: 533-536. Bowling Green.
- GUARCH, J.J (1988): Las Cuevas del Guafe. *Juventud Técnica*, 243: 46-50. Edit. Abril de la UJC. Ciudad de La Habana, Cuba.
- GUARCH, J.J; CRUZ, J. y CASALS, C. (1988): Características cársticas de Cerro Alto. Provincia de Holguín. In: *Taller internacional sobre hidrogeología del carso de la región del Caribe (resúmenes)*. Edit. Palacio de las Convenciones. Ciudad de La Habana, Cuba. pp 21.
- GUARCH, J.J. y CRUZ, P.L. (1989): *Características hidrológicas de la Cueva del Lago*. Ponencia presentada a la Jornada de Arqueología y Espeleología de Gibara, Holguín, Cuba.
- GUARCH, J.J. y PEREZ, L. (1995): Las cavernas de los cerros calizos de Maniabón. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*, 20: 7-12. Edit. S.V.E. Caracas, Venezuela.
- JAKUS, L. (1983): Formaciones vulcanógeno-sedimentarias y sedimentarias de Cuba oriental. In: *Contribución a la geología de Cuba oriental*: 17-39. Edit. Científico-Técnica. Ciudad de La Habana, Cuba.
- LORENZO, J. (1987): Etapa lítica en el Norte y Centroamérica sobre el origen del hombre americano. In: *Historia general de América*. Edit. Italgráfica, S.R.L. Ciudad de Caracas, Venezuela. 431 pp.
- LLOPIS, N. (1982): *Fundamentos de hidrogeología cársica*. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba. 269 pp.
- MOLERIO, L. (1988): *Atlas hidrogeológico de las islas del Caribe*. Edit. Instituto de Hidroeconomía. La Habana, Cuba. 22 pp.
- NÚÑEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Edit. Academia de Ciencias. La Habana, Cuba. 224 pp
- NÚÑEZ, A.; VIÑA, N.; ACEVEDO, M; MATEO, J.; ITURRALDE, M. y GRAÑA, A. (1984): *Cuevas y Carsos*. Editora Militar. La Habana, Cuba. 431 pp.
- ORTEGA, F y ANCIA, M. (1982): Determinación de las lluvias de Cuba durante la glaciación Wisconsin, mediante los relictos edáficos. *Cienc. tierra y espacio*, 4: 85-104.
- ORTEGA, F y ZHURAVLIOVA, I. (1983): Crítica a la hipótesis de los "dos Pleistocenos" a la luz de la información edafológica. *Cienc. de la tierra y espacio*, 6: 63-85.
- PANOS, V. (1988): Carsos de Cuba oriental. In: *Studia Geographica*, 91. Edit. Geograficky' ústav, Brno, Checoslovaquia, 194 pp.
- POMAR, L.; GINÉS, A y GINÉS, J. (1979): Morfología, estructura y origen de los espeleotemas epiacuáticos. *Endins*, 5-6: 3-17. Ciutat de Mallorca.
- SHANZER, V.; SHACKLETON, J. y OPDYKE, D. (1975): Sobre las formaciones costeras del Holoceno en Cuba, las terrazas pleistocénicas de la región Habana-Mantanzas y los sedimentos vinculados a ella. *Acad. de Ciencias Cuba. Secc. Geológica*, 21: 3-26.