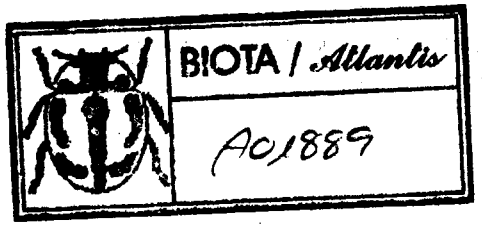


Pedro Oromí Masoliver

EL ECOSISTEMA CAVERNICOLA EN LOS TUBOS VOLCANICOS DEL VALLE DE GUIMAR (S/C DE TENERIFE)

José L. Martín Esquivel

Publicaciones de la Federación

Territorial Canaria

de Espeleología

Monografía nº1

(Santa Cruz de Tenerife, 10 de Julio de 1982)

Para que este trabajo fuese una realidad, fue necesario el esfuerzo de muchas personas que quitando tiempo a sus ocupaciones, cooperaron en los más diversos aspectos; trabajos de cartografía, recogida de muestras, fotografía, dibujos y correcciones del texto. No puedo dejar de citar entre otros a Juan Ignacio Frías, Juan José Hernández, Mario Díaz, José Sevilla, Antonio Marrero (que llevó a cabo la labor fotográfica) y a los doctores Pedro Oromí y Jacinto Barquín, a los que manifiesto mi agradecimiento.

Imprime GRAFICAS YURENA
C/San Cristóbal 12
Tfno: 28 12 07
Santa Cruz de Tenerife

DL. TF-1024183

PRESENTACION

Me es grato redactar estas líneas a petición de este buen espeleólogo y amigo, como prólogo para la presente monografía sobre la ecología de las cuevas del Valle de Güímar. Espero que, este esfuerzo de la Federación para su publicacion se vea reflejado en un incremento del número de espeleólogos y una mayor difusión de nuestro deporte-ciencia.

Sé del gran tratajo y tieinpo que se ha dedicado en el campo y en el laboratorio a la preparación y redacción de esta publicación. Creo que es una excelente contribución a la espeleología de Canaria.; y supongo animará a: autor a continuar en esta línea de investigación.

Igualmente, espero que sea de utilidad y sirva de estímulo a todos, los amantes del mundo subterráneo.

Manuel Rosales Martín
(Presidente de la Federación Territorial Canaria de Espeleología).

Foto 1. La cueva de Arafo se caracteriza por su gran estrechez. Recogida de huesos en su interior. Obsérvese el carburero, utilizado para la iluminación.

Foto 2. Paso estrecho (gatera) en el interior de cueva de Arafo. Las paredes se ven pulidas, sin estafilitos, lo cual es un síntoma en este caso, de una erosión bastante avanzada.

PREFACIO

El mundo subterráneo siempre ha atraído al hombre. Desde sus lejanos orígenes, las cuevas han sido lugar de refugio, depósito de alimentos o sitio de culto. Sin embargo, pese a esta estrecha relación, el conocimiento científico ha sido dejado de lado, limitándose a la mera curiosidad o fascinación supersticiosa. Hasta fechas relativamente recientes no se ha iniciado el estudio detallado y ordenado de este mundo particular, naciendo así la Espeleología o ciencia que estudia las cuevas.

Donde más abundan las cuevas es también donde antes se desarrolló esta ciencia, y esto ha ocurrido sobre todo en los países europeos de la cuenca mediterránea, sobre todo Francia, y en el suroeste de Estados Unidos, países que tienen zonas kársticas en abundancia. Pero no solamente en las regiones calizas hay cavidades subterráneas, sino que también abundan en las zonas de origen volcánico, siempre que dicho vulcanismo sea reciente. En este caso pueden encontrarse numerosos tubos volcánicos, una modalidad particular de cuevas muy distintas en su origen a las kársticas, ya que mientras éstas son el resultado de un proceso destructivo -la erosión-, las volcánicas se forman durante un fenómeno constructivo, como es la solidificación de un río de lava.

Por su particular morfología, estos tubos volcánicos despertaron interés entre los geoespeleólogos, si se me puede admitir el término, pero fueron quedando algo olvidados por los bioespeleólogos, quizás porque los resultados de las investigaciones no prometían, a

priori, ser muy pródigos en este campo. Pero las pro. pecciones realizadas en los últimos años sobre todo Japón, Estados Unidos y las Islas Hawaii, por cit algunos ejemplos, han demostrado lo contrario.

En nuestras islas el proceso ha sufrido una evol ción parecida, pero con un retraso notorio respecto otros países. En efecto, mientras existen algunos tr bajos de tipo geológico, los de ámbito biológico s muy contados, limitándose a los realizados por cient ficos extranjeros en los Jameos del Agua (Lanzarote sobre todo en torno al crustáceo Munidopsis polimorph y al descubrimiento en la Cueva de Don Justo (Hierr por espeleólogos catalanes de un interesante hemípte cavernícola.

Sin embargo, tan pronto como los espeleólogos cales iniciaron prospecciones serias de nuestros tul volcánicos, empezaron a aparecer numerosas e interes tes especies cavernícolas. En un principio nos cogió sorpresa, nos parecía algo excepcional; pero analiza más detenidamente el hecho comprendimos que las Ca rias tienen una antigüedad más que suficiente para en ellas se haya originado una fauna hipogea, y que bien un tubo volcánico puede tener una vida más efím que una cueva kárstica, esto no necesariamente sup un inconveniente para el origen ni para la perviven de cualquier especie, pues como dijo el biólogo yug lavo Karaman, no existe una fauna limitada estrictam te a las cavernas. Esto último supone, pues, que aun el bioespeleólogo encuentra seres subterráneos solam te en las cavernas -porque es donde tienen acceso n malmente-, esta fauna se extiende por todo un mundo grietas y resquicios mucho más amplio, que además ti una indudable conexión con el mundo epígeo, de do sus ancestros provienen y de donde en definitiva obt nen la energía necesaria para su subsistencia.

Bien que gracias a la infraestructura brindada la Federación de Espeleología y por el Departament Zoología de la Facultad de Biología de La Laguna, existencia previa de topografías y a la abnegada a de sus compañeros espeleólogos, creo no equivocarm afirmo que José L. Martín Esquivel es el verda

pionero de este tipo de estudios en el Archipiélago.

Entrar en una gruta, recorrerla e incluso observarla con cierto detenimiento para ver ni surge algún pobla- dor de ate mundo subterráneo, si somos honestos con nosotros mismos, no es tarea difícil. Peno tener la iniciativa y sobre todo ía constancia y la minuciosidad que requieren un trabajo como el que reflejan estas páginas, no es ya tan frecuente; y menos aún cuando el autor ha tenido que iniciarse e informarse pon su propia cuenta, salvando en solitario muchos de los escollos que plantea todo tipo de investigaciones científicas.

Sólo resta decir que desearíamos que este estudio anime a otros espeleólogos canarios a seguir esta línea, pero rogando encarecidamente que Lo hagan con el mismo respeto pon la cueva con que ne ha efectuado éste. Los ecosistemas hipogeos non extremadamente frágiles, y hay esencialmente dos formas de destruir- los. La primera es contaminando el medio wn nuestros residuos, como non alimentos, latas, plásticos, restos de carburo, pilas, etc., y que desgraciadamente ya ne observan en varias cueva tinerfeñas. La segunda, contrariamente, reside en Lo que non llevamos de dicho medio, y de momento no ha ido más allá del auo aparen- temente ingenuo de arrancar y llevarse un estafilito. Peno la falta de escrúpulos de algunos llamados "cien- tíficos" y la propaganda superflua o sensacionalista pueden llevar a situaciones como las acaecidas en Francia, donde numerosas cuevas han sido esquilmadas pon hordas de coleccionistas de insectos, con La consecuente extinción de algunas especies únicas. Como leo en un artículo de Eugenio Ortiz de Vega, debería recomendarse a todos los espeleólogos que hicieran suyo el lema que tienen sus homónimos norteamericanos: "No te lleves más que fotografías. Deja sólo las pisadas".

Dr. Pedro Oromí Masoliver
Departamento de Zoología
Universidad de La Laguna

EL ECOSISTEMA CAVERNICOLA EN LOS TUBOS VOLCANICOS DEL VALLE DE GÜIMAR

2. INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL ECOSISTEMA CAVERNICOLA

CAVIDADES DEL VALLE DE GUIMAR.

2.1 Características generales del medio subterráneo

El biotopo subterráneo constituye un medio, que los seres vivos en su afán de ocupar todos los nichos ecológicos disponibles, también han colonizado; adaptándose a él de tal forma que en muchos casos nos es posible encontrar algunas especies totalmente incapaces de desarrollarse fuera de este medio hipogeo.

Las principales características de este medio cavernícola son:

1). Luminosidad: Esta se halla restringida a la boca de la cavidad, delimitando una zona ecológica de entrada, que es aquella parte de la cavidad donde los rayos solares inciden de una manera directa. Luego la luz se va atenuando progresivamente hasta desaparecer totalmente en una oscuridad absoluta.

2). Humedad: Tiende a aumentar a medida que profundizamos hacia el interior de la cavidad, llegando, en las partes más profundas, a alcanzar la saturación (100%) de modo que la presencia del agua goteando del techo y de las paredes es frecuente.

3). Temperatura: La variación existente de ésta entre el día y la noche es mayor en la zona de la boca que en la parte más profunda de la cueva, donde se estabiliza alrededor de un valor concreto próximo a la media anual en superficie.

4). Los tubos volcánicos se caracterizan por carecer casi por completo de suelo o concreciones de algún tipo, existiendo un sustrato eminentemente rocoso compactado. No obstante a medida que el ciclo erosivo de la cueva va avanzando y la meteorización se hace patente, el sustrato terroso comienza a aparecer cada vez más, llegando incluso en sus Últimos estadios a colmatar el interior de la cueva.

5). Porosidad de la roca: La composición basáltica de los materiales es impermeable pero presentan la peculiaridad de poseer gran cantidad de grietas que dan lugar a una permeabilidad de segundo grado que, por otro lado, posibilita la dispersión de las especies y chnfiere una mayor amplitud a sus hábitats.

6). Superficialidad: Es el mayor o menor espesor que presenta el corte superior, entre el techo de la cueva y la superficie del terreno; un corte superior de muy poco espesor posibilita una activa percolación de fuera hacia dentro de la cueva.

7). Materia orgánica: Naturalmente la inexistencia de luz determina una ausencia total de productores primarios, que en el medio epígeo serían los vegetales capaces de llevar a cabo una fotosíntesis. En el medio hipogeo ante la ausencia de vegetales autótrofos, las especies cavernícolas obtienen su vitamina-B de las bacterias del suelo (VANDEL, 1964)

8). Especies biológicas: Según el grado de adaptación en que se encuentren presentarán una determi-

nada morfología y fisiología. Algunas variaciones adaptativas típicas son, por ejemplo:

- Pérdida de coloración pigmentaria.
- Atrofia de los Órganos de la visión.
- Desarrollo de las estructuras sensoriales.
- Ralentización del metabolismo.

(.../...)

2.2 Origen y ciclo erosivo de los tubos de lava

El hecho de que se traten de tubos de lava implica un origen estrictamente volcánico. Su formación es consecuencia de la consolidación de las partes laterales y superficial de una colada magmática que corre por una pendiente, mientras que en su interior el magma continúa fluyendo. Así cuando cesa el aporte lávico del foco emisor, el nivel interno desciende, quedándose en su interior un vacío que luego dará lugar a la aparición del tubo volcánico (Fig.1).

Una formación muy peculiar que aparece es la de los estafilitos, que se forman cuando al gotear la lava caliente y semilíquida, ésta se solidifica justo un instante antes de caer.

En estos tubos, desde su formación hasta su desaparición, existe un completo ciclo erosivo en el cual es posible diferenciar tres estadios:

Estadio-1: Es la fase juvenil de la cavidad, ésta se excava en lavas jóvenes y en su interior no se aprecia la existencia de suelos ni de desprendimientos.

Estadio-2: Se trata ésta de la fase de madurez, cuando comienzan a aparecer en el interior de la cavidad depósitos de sedimentos, pudiendo también haber cursos de agua, si bien las grietas no están rellenadas.

Estadio-3: Es la fase de senectud, caracterizada

por un gran acúmulo de sedimentos y una gran cantidad de desprendimientos. Los techos aparecen sin estafilitos y las grietas están rellenas, imposibilitando el que tenga lugar algún tipo de dispersión biológica a travez de ellas.

Estas tres fases a lo largo de un mismo tubo volcánico constituyen un proceso continuado que fue detallado por Howart en 1973 en tubos de lava de las islas Hawaii, practicamente idénticos a los nuestros. Según el estadio del ciclo en que nos encontremos podrá haber una mayor o menor riqueza biológica, como se comprobará más adelante.

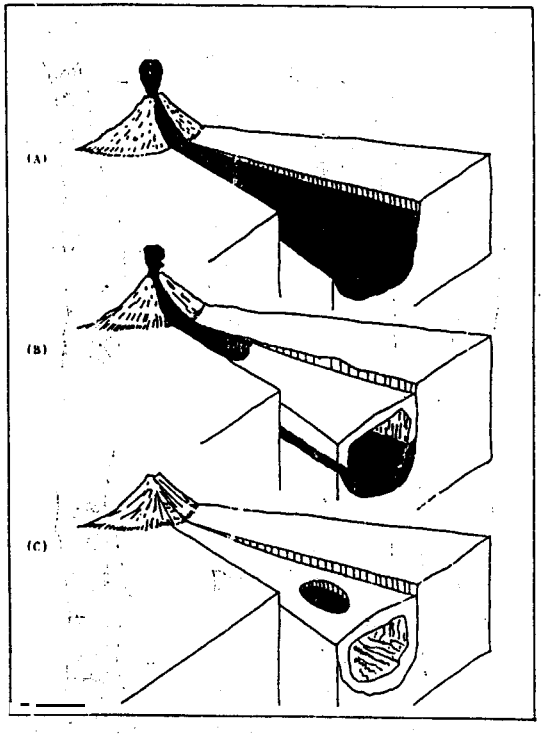
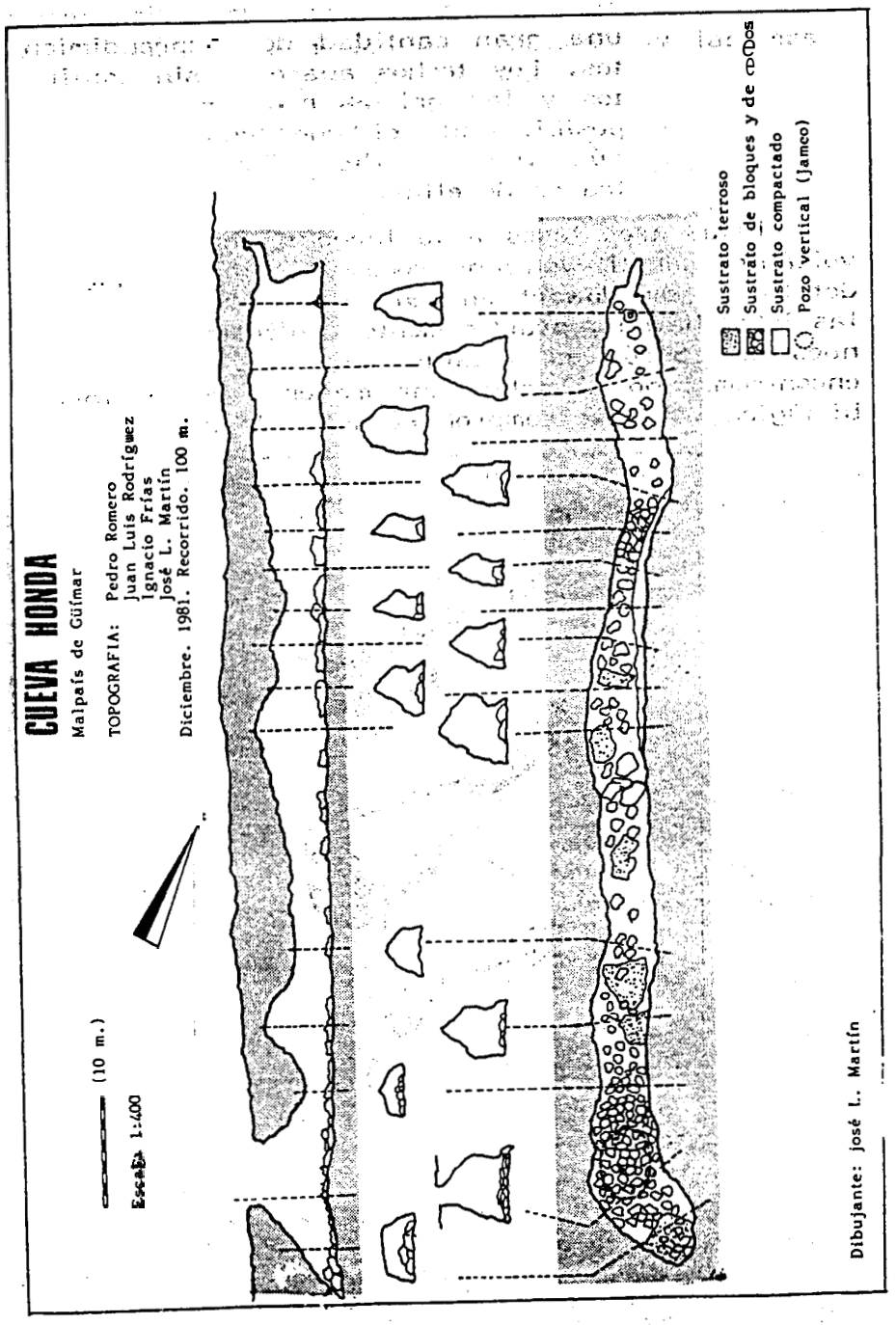


Fig.1- Formación de un tubo de lava, según gráficos de V. Araña y J.C. Carracedo (1978).
(A) El volcán entra en erupción y el magma fluido corre ladera abajo.
(B) Comienzan a solidificarse las partes superior y laterales del río de lava, mientras que en su interior el magma continúa fluyendo
(C) El volcán se apaga, cesa el aporte de lava y las paredes del tubo se solidifican. Un desprendimiento, o un escape de gases en el techo da lugar a una boca que conecta con el exterior; se trata de un jameo.



2.3 Cavidades estudiadas

Las cavidades conocidas en el Valle de Güímar son varias y preferentemente se distribuyen en los siguientes lugares:

- Zona sur de las laderas de Güímar.
- En los altos de Arafo, próximos al volcán de Arenas.
- En el propio pueblo de Arafo, en el Barranco de la Viña Vieja.
- En el Malpaís de Güímar, donde existe un amplio complejo de cavidades.

En total, considerando el elevado número de cavidades que constituyen el complejo del Malpaís, dispondríamos de unas 15 ó 20 cuevas para analizar. Se procuró elegir dos cavidades que fueran lo suficientenlente representativas de todas las demás tanto por sus características geomorfológicas, como por sus características biológicas.

Las cavidades seleccionadas fueron:

Cueva Honda de Güímar.

Cueva de Arafo.

La Cueva Honda de Güímar: Se encuentra localizada en el Malpaís de Güímar, en las faldas de Montaña Grande, a unos 100 m. sobre el nivel del mar; que discurre aproximadamente en dirección norte-sur, la misma que la de las coladas que vienen de Montaña Grande y en cuyo foco magmático probablemente está el origen de sus lavas.

La Cueva de Arafo: Se trata de una cueva más erosionada que la anterior por causas que más adelante se detallan. Con un recorrido de unos 100 m., su boca se localiza en el margen izquierdo del barranco, aguas abajo, de la Viña Vieja, a una altura de unos 650 m. Esta boca se halla ubicada en un paredón de 70 m. casi vertical, sobre el lecho del barranco.

CUEVA DE ARAFO
Barranco de La Viña Vieja
ARAFO - TENERIFE
Topografía: G.M. MAHA
Noviembre-1977; Enero-1978
1 2 3
PLANTA DE LA CAVIDAD
PERFIL LONGITUDINAL
ZONA DE DESPRENDIMIENTOS
ZONA COMPACTADA
ZONA TERROSA
N

Foto 3. **Hongo Hifomiceie observado en el interior de la cueva Honda.**

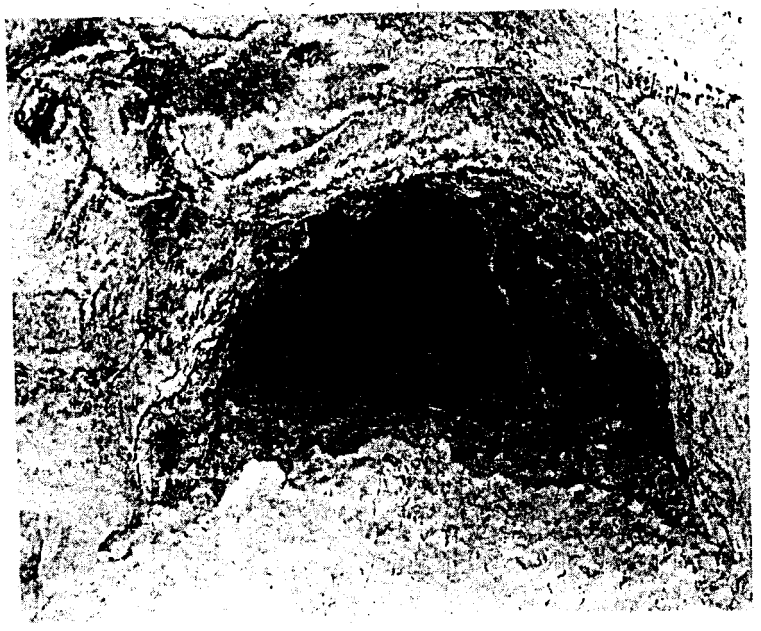


Foto 4. Interior de cueva Honda. Típico sustrato de derrubios producto del desprendimiento, causado por la proximidad de la boca que se trata de un jameo.

3. MATERIALES Y METODOLOGIA DE ESTUDIO

3.1 Iluminación

Esta es de gran importancia para un estudio semejante habida cuenta la oscuridad reinante. Se utilizaron preferentemente dos sistemas de iluminación; uno basado en linternas eléctricas recargables con pilas, y otro a base de carbureros que aprovechan la reacción que tiene lugar entre el agua y el carguro de calcio desprendiendo acetileno. La ventaja de este segundo sistema es que produce una buena iluminación en todos los sentidos, mientras que luz eléctrica es más puntual.

Aparte de estos dos métodos de iluminación, en algunos lugares donde era necesario permanecer mucho tiempo se emplearon lámparas de gas butano.

3.2 Explotación y topografía

Parte del material personal era imprescindible, más por motivos de seguridad que de necesidad; un ejemplo de ello lo teníamos en el casco, que protegía la cabeza ante posibles caídas o desprendimientos; adherido sobre él se colocó una instalación luminosa dobie (eléctrica y de carburo) para permitir la libertad de las manos.

En ambas cavidades el problemático acceso exigió la utilización de cuerdas y demás material, que corrientemente se suele emplear en técnicas de

espeleología vertical.

Para la topografía se utilizó el siguiente material:

Trabajo de campo: Brújula
Clinómetro
Cinta métr ca
Plancheta

Trabajo de gabinete: Material de dibujo y medición.

En cuanto al sistema de topografía empleado, éste fue el tradicionalmente adoptado por la F.T.C. E. (Federación Territorial Canaria de Espeleología) consistente, a grandes rasgos en:

1). Establecimiento de puntos topográficos a lo largo de toda la cavidad, a partir de su boca y en cualquier zona donde exista una notable variación morfológica del tubo.

2). Unión de todos los puntos topográficos, toma de medidas de separación entre cada, uno de ellos con su inmediato posterior, y toma de rumbos.

3). Medida de la inclinación del terreno entre cada dos puntos.

4). Medida de las siguientes longitudes en cada punto:

- Altura hasta el techo.
- Distancia del punto topográfico hasta el lateral derecho.
- Distancia del punto topográfico hasta el lateral izquierdo.

Con estos datos pudimos dibujar el enrejado de la cavidad y luego a mano alzada los contornos.

5). Los Últimos datos que habría que consignar, serían:

- Orientación del eje de la cavidad.

- Localización de la boca.
- Fecha de realización de la topografía.
- Personal que intervino.

3.3 Recolección y muestreo

Para la recolección fueron utilizados los materiales siguientes:

1. Pinzas entomológicas.
2. Frascos de varios tamaños.
3. Recipientes de trampas.
4. Aspirador de microartrópodos.
5. Bolsas transparentes.
6. Cebos para las trampas. Se empleó cerveza y queso fundido.
7. Líquidos conservadores: Alcohol-70% y Etilen-glicol.
8. Agujas y demás material entomológico.

La recolección y el muestreo se realizó de las dos formas siguientes:

A). Caza a vista: A medida que se recorría la cavidad se fueron recolectando las especies vistas. Esto nos permitiría conocer de una forma aproximada dónde era más abundante una especie concreta.

B). Caza por trampeo: Las trampas que se utilizaron, eran recipientes de plástico de 4.3 cm. de diámetro en su base y 6.5 cm. de altura del cilindro. Este recipiente se llenaba con la mezcla siguiente:

70 cc. de cerveza + 70 cc. de Etilen-glicol

A esta trampa líquida se le acompañó en cada estación con una porción de queso fundido que se esparcía sobre una piedra (la cantidad de líquido y de queso en todas las estaciones, fue siempre la misma).

A lo largo de toda la cavidad se montó una

serie de estaciones' como las descritas; con una distribución que atendía a los siguientes criterios:

1). A lo largo de todo el recorrido de la cavidad diferenciamos tres zonas ecológicas por lo menos:

Zona de entrada

Zona de penumbra y penumbra-profunda

Zona oscura.

Así mismo, se nos pueden presentar tres posibles sustratos:

Rocoso o compactado

Derrubios

Terroso.

. Combinando las zonas ecológicas con los sustratos resultan '3 3=9 biotopos posibles.

Estas 9 estaciones, que en principio se han de instalar, pueden variar en número-por';diversos motivos; por ejemplo, el que haya una zona de entrada muy corta, que no incluya los tres sustratos mencionados, reduce el número de estaciones que se han de colocar. Si por otro lado hay una zona oscura muy larga ésta requeriría más de tres estaciones.

2). Aparte de los 9 biotopos calculados, si había algún otro interesante para ser muestreado, se colocaba una estación en él.

3). Se procuró que todas las trampas guardasen una distancia relativa entre sí.

4). Para el número de trampas por cavidad,' se siguió la fórmula siguiente:

$$\text{nº de trampas} = \frac{\text{desarrollo de la cavidad en m.}}{K}$$

K.= es una constante que vale 12 para ambas cavidades.

En virtud de lo dicho, fueron colocadas en

C. Honda 8 estaciones y en C. de Arafo 9 estaciones, en las zonas que se indican en las figuras 2 y 3.

Una vez que eran recogidas las trampas, tras' un tiempo qce oscilaba entre 17 días (para C. Honda) y 21 (para C. de Arafo), se procedía a la determinación de las especies y se anotaban sus frecuencias absolutas. Este tipo de trampa presenta el inconveniente de no ser igual de válida para unos grupos u otros, concretamente los depredadores prácticamente no caían, por ello fue utilizado otro sistema de muestreo conjunto, consistente en recorrer la cavidad a un ritmo cohstante (permaneciendo siempre el mismo tiempo en cada estación) y contabilizando los ejemplares vistos. Los valores obtenidos se hacían corresponder con los símbolos siguientes:

X = Entre 1 y 5 ejemplares de una misma especie.

XX = Entre 5 y 10 ejemplares de una misma especie.

XXX = Entre 10 y 15 individuos de una misma especie

De cualquier forma, los resultados de ambos sistemas de muestreo no se mezclaban en el cálculo de diversidades, si bien para el cálculo de similitudes esto sí se hizo, ya que el coeficiente empleado en este caso no registra las abundancias de las especies, sino las presencias o ausencias.

3.4 Estudio estadístico

Los datos cuantitativos obtenidos en los muestreos, fueron tratados estadísticamente. Se emplearon tres índices; dos de diversidades y uno de similitudes.

Para determinar las similitudes, se utilizó el índice de Jaccard, muy "frecuente" en este tipo de

comparaciones. Su fórmula es:

$$I_j = \frac{C'}{A+B-C}$$ donde

A= especies presentes en la estación 1,

B= especies presentes en la estación 2,

C= especies presentes simultaneamente en las estaciones 1 y 2.

En cuanto a las diversidades, se buscó un Índice aplicable para casos con bajos valores de densidades, se escogieron dos: el Índice de diversidad de Shanon y el Índice de Williams (BELLES, 1978; TURQUIN BOUVET, 1981). Sus fórmulas son:

Indice de Shanon (H)= $-\sum p \log_2 p$ donde

p= probabilidad de encontrar una determinada especie en cada estación.

Indice de Williams (X) $A = X \text{ Log } (1+\frac{B}{X})$. donde

A= número total de especies presentes en la estación

B= número total de ejemplares presentes en la estación.

Finalmente se utilizaron los dendrogramas de Kendall, obtenidos a partir de una matriz de significación visualizada en forma dendrográmica, mediante la fórmula algorítmica de Lance & Williams (LANCE & WILLIAMS, en DAGET, 1976), cuya fórmula es:

$$d_{a(bc)} = 0.625 \ (d_{ab} + d_{ac}) - \beta d_{bc}$$

$\beta = 0.25$

Los cálculos inherentes fueron realizados por una calculadora programable Casio **3100-P.**

Foto 5. Estafilitos que cuelgan del techo y paredes de todas las cavidades volcánicas. Se originan al solidificarse la lava en el mismo instante en que se encuentra goteando.

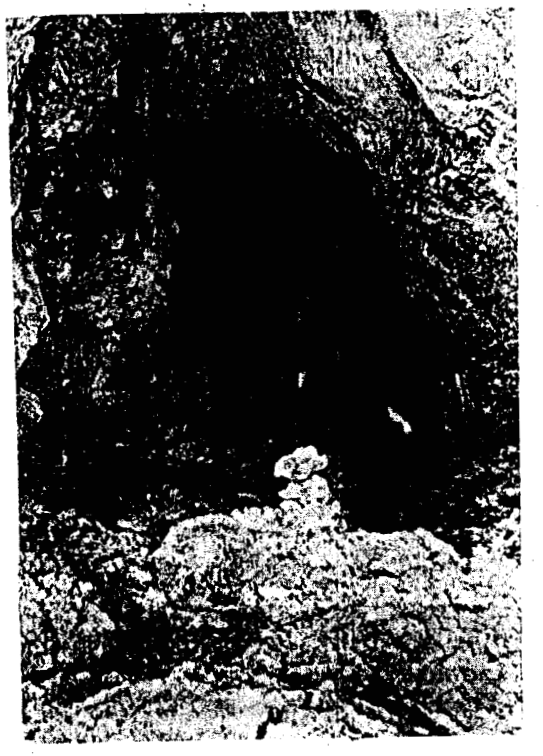


Foto 6. Vista del gran tubo que constituye en interior de cueva Honda. Al fondo se aprecia la claridad de la boca de entrada.

3.5 Registro fotográfico

En la fotografía de las cavidades estudiadas se empleó el siguiente material:

Cámaras Nikon **F3** y **Nikkoormat** FT2

Lentes de 28 **mm./f.3.5.** y 50 **mm./f.1.2.**

Películas Kodak Plus-X para blanco y negro.

En la iluminación se empleó como fuente de luz un flash Metz 45 CTI.. En algunos casos de aproximación, se utilizaron unas lentillas especiales. En cuanto a la fotografía de salas grandes. se hizo mediante la técnica open-flash.

4. EL ESTUDIO DEL ECOSISTEMA CAVERNICOLA

4.1 EL MEDIO FISICO CAVERNICOLA

4.1.1. Geomorfología y clasificación vulcanoespeleogénica

Las cavidades estudiadas. son dos tubos de lava de origen estrictamente volcánico. Según la tipología vulcanoespeleogénica, se encuadran en el tipo de cavidades volcánicas-singenéticas-reogenéticas-subterráneas, es decir, en la clasificación 1.1.1. (MONTORIOL, 1973). Según este autor, el significado de estos términos es el siguiente:

- Cavidades **Singenéticas:** Son aquéllas en las que la oquedad y la roca encajante se formaron simultaneamente.
- **Cavidades Reogenéticas:** Son aquéllas cuyo origen hay que buscarlo en importantes desplazamientos de lava líquida, entre otras ya consolidadas.
- **Cavidades Subterráneas:** Son las cavidades volcánicas de más importancia, que en el norte de la isla alcanzan. recorridos de hasta varios kilómetros.

Las dos cuevas estudiadas se caracterizan por presentar un corto recorrido, alrededor de los 100 m Esto se explica de la forma siguiente:

1). En el caso de C. Honda la falta de pendiente en el terreno, que no facilita el discurrir de la lava.

2). En el caso de la C. de Arafo, el recorrido de la galería se ve cortado por un barranco; el efecto de la erosión es notorio, pues seccionó el tubo quedando la actual entrada colgando en la pared del barranco.

4.1.2. Cueva Honda de Güímar

Este tubo se abre al exterior mediante una oquedad en el techo de la bóveda en el extremo sur de la galería, tratándose por tanto de un jameo, (Topografía-1). La cueva presenta un desarrollo más o menos horizontal y unidireccional, con unos 100 m. de recorrido que son fácilmente transitables, pues las dimensiones medias de ancho y alto son bastante grandes (6 ó 7 metros de altura y 3 ó 4 metros de ancho).

En lo concerniente a formaciones secundarias, éstas están prácticamente ausentes, reduciéndose Únicamente a la existencia de una terraza lateral, aproximadamente en la mitad de la cueva, y algunos estafilitos de pequeño tamaño a lo largo de todo el tubo.

En el extremo norte de la cavidad, su parte más profunda, se observa cómo ésta se continúa en un tubo elevado sobre el suelo a unos 5 m., cuyo acceso es bastante, dificultoso. Se observa también en la morfogénesis de la cueva, cómo la lava salió por este tubo con una dirección norte-sur, que es la misma que la de la colada magmática donde se halla inmersa.

Finalmente cabe decir que en este extremo final de la cavidad, hay una posible continuación en forma de gátera cuya estrechez imposibilita su acceso.

(Atendiendo al ciclo erosivo de los tubos volcánicos (HOWART, 1973) este tubo se encuentra en un estadio 2 temprano (fase de madurez) caracterizado porque:

1). Comienzan a aparecer las primeras formaciones de suelos.

2). Las grietas pequeñas, están rellenas pero con suficiente porosidad como para permitir la dispersión animal.

3). Aparecen algunos derrubios.

Los tipos de sustratos que se pueden encontrar en el interior de la cueva son tres: de derrubios, compactado y terroso. Siendo el original el compactado," y con el tiempo este degenera en los otros dos. Ambos están representados respectivamente en las fotografías 10, 4 y 9, y entre si los tres ocupan una superficie de mayor o menor según el orden en que se citan. La abundancia de derrubios es mayor en la entrada, lo cual es lógico ya que la abertura del jameo fue por un efecto de hundimiento debido a una acción meteórica en el techo de la bóveda.

En el fondo de la cavidad se puede apreciar un acúmulo de arena cuyo origen están en la cercana playa del Socorro y que llega hasta la cavidad transportada por los vientos alisios, que constantemente están soplando sobre ella desde el NE. en superficie, los vientos al soplar sobre la playa del Socorro, la arena que allí recogen la descargan en una amplia banda sobre el Malpaís, bajo la cual se encuentra el extremo norte de la cavidad (que es su parte más profunda) que conecta con la superficie probablemente a través de pequeñas grietas. Por el contrario el extremo sur (donde se encuentra la boca del Jameo) no se halla influenciado por este viento cargado de arena, de modo que ésta no está presente aquí.

4.1.3 Cueva de Arafo

Su boca se abre hacia el sur, tratándose de

'un modelo de abertura en forma de laminador, con una altura que no llega al medio metro y un ancho de unos tres metros.

Los 110 m. de la cavidad no son un tubo Único, existiendo hacia los 36 m. de la boca un ramal que se cierra pronto, y a los 41 m. otro ramal que luego se subdivide en dos que se cierran en seguida, uno sifonado y otro por una gatera estrecha.

Su recorrido es dificultoso ya que la altura de la cavidad es, en muchos puntos, inferior a los 50 cm.

La cavidad carece de formaciones secundarias aparentes, con la excepción. de concreciones de carbonato cálcico en su profundidad. No obstante se aprecia, en los primeros metros sobre' todo, que ,hay restos de terrazas laterales, pero que la abundancia de sedimentos las ha colmatado completamente.

Según el ciclo erosivo establecido por Howart para tubos volcánicos de Hawaii ésta cavidad se halla en un estadío 2 avanzado, 'caracterizado por:

1). Existencia de gran cantidad de suelos,.
2). Aparición de formaciones carbonatadas.
3). Existencia de gran cantidad de sedimentos.
4). Presencia de pasos estrechos debido al intenso colmataje, que por otro lado es tal que comienza a oponer una seria dificultad a la dispersión animal a través de las grietas.

Comparando ambas cavidades, es fácil deducir el hecho de que la cueva Honda sea más visitada que la cueva de Arafo. En efecto, el impacto humano en su interior es más notable en la primera de ellas, tanto desde un punto de vista degradativo como de aporte energético a la cavidad (Tablas 3 y 4).

4.1.4 Factores físicos de ambas cavidades'

Cueva Honda se trata de una cavidad con un modelo de abertura muy grande, lo cual facilita la penetración de la luz hasta un punto' tal, que no

hay zona en su interior donde la oscuridad sea total (Tabla 3). Ello se refleja en la variación de la temperatura de la cueva, que es muy grande en la boca y no se hace mínima más que en el mismo fondo, sin llegar a estabilizarse como ocurriría en una cavidad más larga, o más cerrada.

La humedad va aumentando progresivamente hasta la pacte más profunda de la cavidad, donde es del 100%; es decir, hay una saturación de humedad con existencia de agua condensándose en las paredes y en. el techo de la bóveda. En largas épocas muy calurosas, en esta zona profunda de la cavidad puede suceder que no haya una humedad tan alta, si bien ésta seguirá estando alrededor de la saturación:

En la C. de Arafo, ocurre un proceso diferente al de C. Honda; ,un modelo de abertura muy estrecho determina el que la luz se extinga. muy rapidamente, y a los pocos metros de la boca la oscuridad ya es total. Para la C. Honda la temperatura quedaba estabilizada alrededor de los 19ºC.; mientras que en esta cavidad la temperatura se estabilizó alrededor de los 15ºC., de modo que es algo más fría. Esto sin duda está condicionado por las diferentes zonas donde se ubican ambas, Cueva de Arafo se encuentra en una zona más alta de temperatura media anual inferior y cueva Manda en una zona más baja de temperatura media anual superior.

Con respecto a la humedad en cueva de Arafo, ésta es de saturación todo el año tan sólo en el mismo fondo de la cavidad, mientras que en gran parte de la misma se mantiene semejante a la del exterior (Tablas 3 y 4).

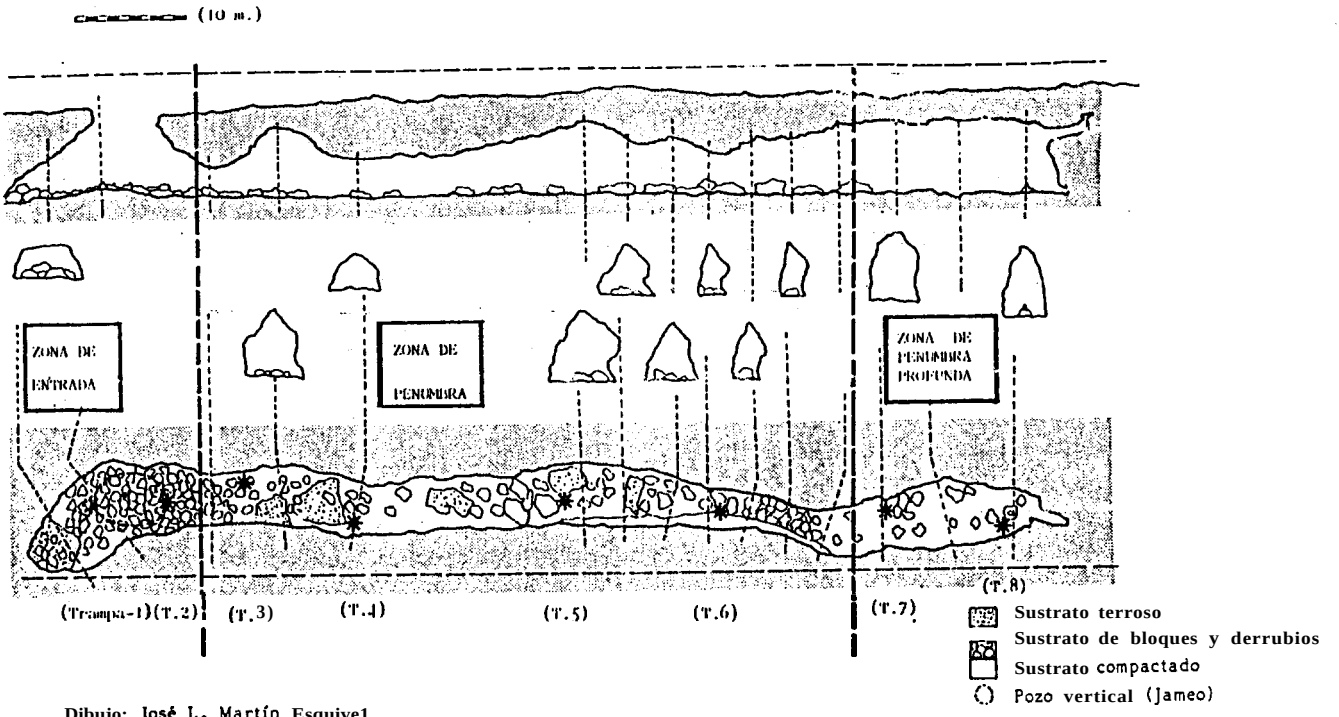
Con los datos obtenidos, podemos organizar una clasificación por zonas ecológicas, de cada una de las cuevas.

4.1.5 Zonas ecológicas en virtud de los factores físicos

Cueva Honda de Güímar (Fig.-3).

CUEVA HONDA

Fig.3- Localización en el interior de la cueva Honda de las distintas estaciones para su estudio biológico.



Dibujo: José L. Martín Esquivel

Fig.2- Localización en el interior de la cueva de Arafo de las distintas estaciones para su estudio biológico.

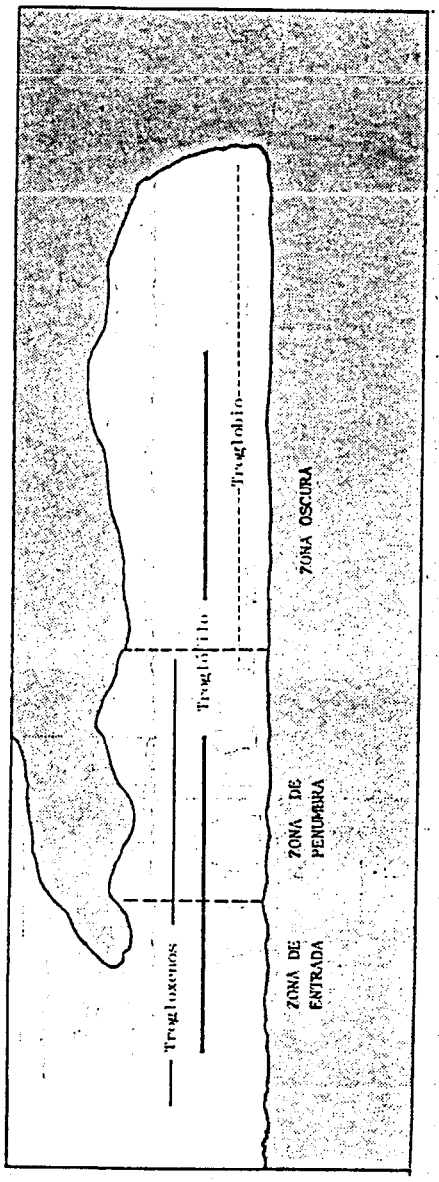


Fig.4- Clasificación de los animales cavernícolas y distribución en la cueva en virtud de su adaptación al medio. Las líneas horizontales indican las zonas donde se distribuye cada grupo de especies.

A). Zona de entrada: es aquella parte de la cavidad donde los rayos de sol provenientes del exterior, inciden de una forma directa sobre su interior. Las condiciones físicas reinantes son semejantes a las de superficie, verificándose tan solo un ligero aumento de la humedad.

B). Zona de penumbra: comprende una zona donde la luz llega muy atenuada. Es aquí donde se ubica la llamada fauna parietal.

C). Zona de penumbra profunda: se trata de una zona donde la luz apenas llega si bien la oscuridad no es absoluta, existen unas condiciones de temperatura estabilizada y de humedad bastante elevada.

Los límites de las dos últimas zonas aludidas no son exactos, y se han tomado de manera algo subjetiva con el fin de facilitar su estudio, atendiendo más que nada a la distribución de su fauna.

Cueva de Arafo (Fig.-2).

A). Zona de entrada: es más pequeña que en el caso anterior.

B). Zona de penumbra: al igual que en el caso anterior, de cortas dimensiones.

C). Zona oscura e inestable: caracterizada en este caso, por una oscuridad absoluta, aunque los demás factores físicos no se encuentran estabilizados.

D). Zona oscura y estable: es la zona más profunda de la cavidad, con una humedad máxima de saturación y la temperatura estabilizada.

Las tablas III, IV y V recogen los datos físicos obtenidos en las diferentes zonas ecológicas establecidas para cada cueva.

4.2 EL MEDIO BIOLOGICO CAVERNICOLA'

LAS. COMUNIDADES. (Introducción al medio biológico cavernícola).

Las especies que se encuentran formando, parte del medio cavernícola, manifiestan una mayor o menor adaptación a éste, que se traducirá en una serie de características, tanto fisiológicas 'como morfológicas. Las principales adaptaciones que pueden sufrir son:

-Pérdida o disminución de la visión.

-Disminución de la pigmentación.

-Estilización y alargamiento de los apéndices, esto, junto con un mayor desarrollo de las cerdas sensoriales, contribuye a que aumente la sensibilidad tactil del animal.

-Agudización del sentido olfativo.

-Ralentización del metabolismo.

Estas tres Últimas características suponen unas excelentes adaptaciones para luchar 'contra la 'escasez de alimentos y en algunos casos para 'evitar ser predado, todo ello en compensación a la falta de visibilidad. De esta manera se logra el que las exigencias alimenticias sean menores y que haya mayores posibilidades de 'encontrar alimento.

-Disminución del grosor de los tegumentos. Este hecho está relacionado con la pérdida de la pigmentación, lo cual por otro lado implica una mayor pérdida de agua por evaporación a través de los tegumentos; de ahí que estos animales prefieran las zonas más húmedas para vivir. Tal es así que si se lleva un animal cavernícola al exterior, suele morir rapidamente por deshidratación.

En virtud del grado de adaptación del animal. podemos establecer la siguiente clasificación (en GINET y DECOU, 1977).

Especies troglobias. Son las que se encuentran más confinadas al medio subterráneo, con unas caracte-

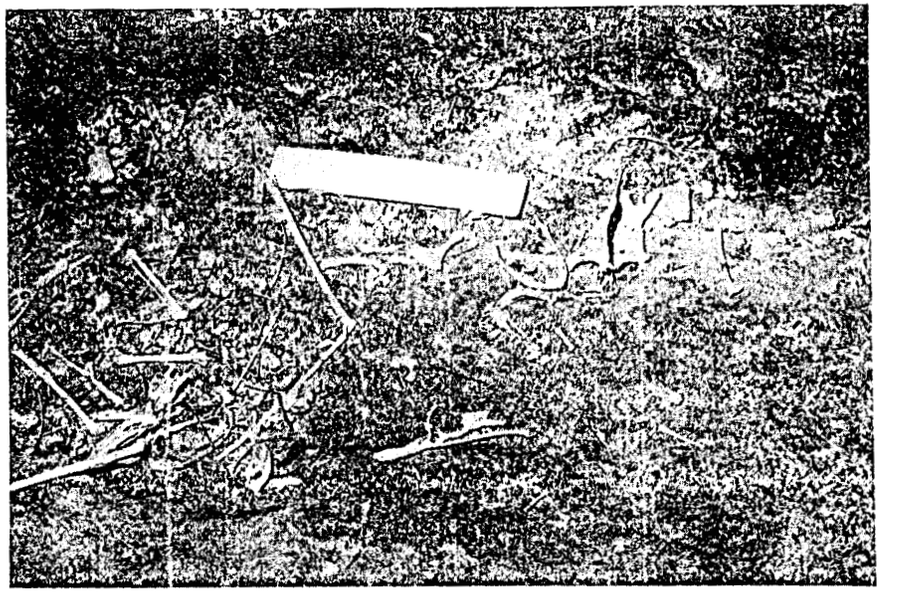


Foto 7. Restos de pardelas (Calonectris diomedea) abundantes en el suelo del interior de cueva Honda. La muerte de estos animales supone para las especies cavernícolas un interesante aporte energético.

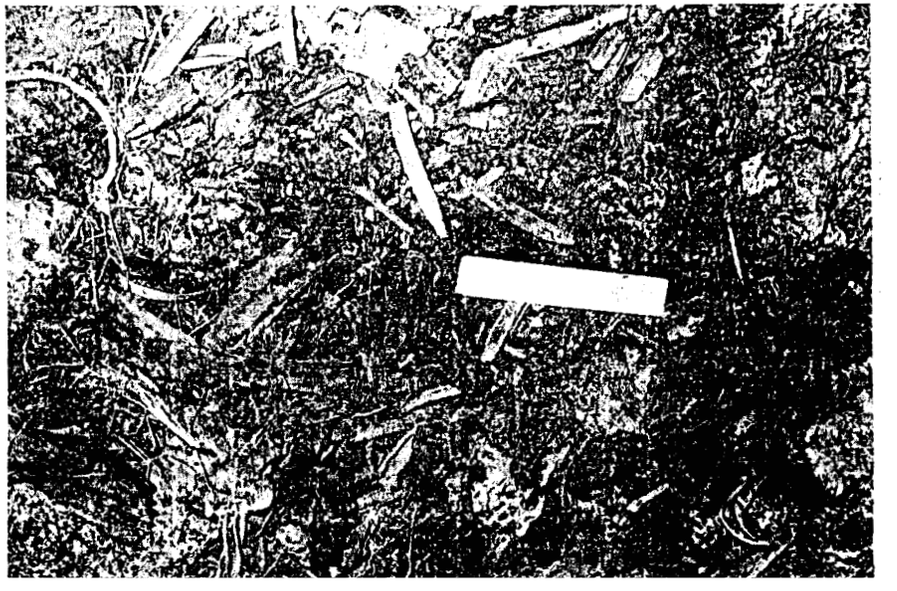


Foto 8. En el fondo de cueva Honda, hay gran cantidad de materia orgánica vegetal de origen exógeno, entre la que se puede encontrar diversos seres vivos.

Tabla.II- **Lista de especies y densidades** en la cueva **de Arafo**

GRUPO TAXONOMICO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Adaptación
Araneidos										
Loxosceles rufescens (1)	XXX	XXX								Troglófilo
Isopodos									1	Trogloxeno
Tisanuros										
Lepismatidae	XXX	XXX								Trogloxeno
Colémbolos										
Arthropleona					21	7		1	3	Trogloxeno
Psocopteros				2	5		5	1		Trogloxeno
Heterópteros										
Ploiaria chilensis (2)	X	X								Troglófilo:
Diptero									1	Trogloxeno
Lacerta goliath	DE ESTAS ESPECIES FUERON ENCONTRADOS RESTOS OSEOS A LO LARGO DE TODA LA ZONA TERROSA DE LA CAVIDAD									
Gallotia galloti										
Aves										
Mus musculus										

(1) det. C. Ribera ; (2) det. J. Ribes

Tabla 1.7. Lista de especies recolectadas y sus densidades en la Cueva llonda de Güimar.

GRUPO TAXONOMICO	1	2	3	4	5	6	7	8	Adaptación
Araneidos								XX	Trogloxeno
Tegenaria pagana (1)	XX							0	Trogloxeno
Acaro - 1		1						5	Troglófilo
Acaro - 2									Trogloxeno
Isópodo	X	X	X						Trogloxeno
Diplópodo				1 ?					Trogloxeno
Tisanuro									Trogloxeno
Allacreloelsa sp. (2)	XX	X							Trogloxeno
Colémbolos						138	32	1	Troglófilo ?
Arthropleona	4								Trogloxeno
Symplypleona	3								
Ortóptero									Troglófilo?
Gryllidae									
Dictióptero								0	Troglobio
Lobopteru sp.					11	1	1		Trogloxeno
Psocóptero			12	11					
Heteróptero						X			Troglófilo ?
♦ Ploiaria chilensis (3)									
Himóptero	No localizado pero presencia muy probable								
Cixiidae									Trogloxeno
Coleóptero	XX		1						
Doméstico (4)									
Oruga de Lepidóptero		1							Trogloxeno
Díptero								XXX	Trogloxeno
Drosophila sp.									Trogloxeno
Phoridae	XXX								
Nematodos	Contabilizados nueve esqueletos a lo largo de toda la cavidad								Trogloxeno
Aves									
Calonectris diomedea (5)	XX	XX							Trogloxeno
Vertebrados accidentales									

(1) det. C. Ribera; (2) det. C.Bach; (3) det. J. Ribes; (4) det. P. Oromí; (5) det. A. Martín.

rísticas morfológicas y fisiológicas bastante cavernícolas. Jamás abandona el ambiente subterráneo a lo largo de todo su ciclo biológico.

Especies troglófilas. Se trata de un grupo que, si bien habita en este medio cavernícola, pueden salir al exterior en épocas muy húmedas y de escasa luminosidad (por las noches, en bosques muy húmedos y cerrados.. .etc.). Según algunos autores,, estas especies se encuentran en un estado de' transición evolutiva hacia el grupo de los troglobios.

Especies trogloxenas. Son aquéllas que. poblando el medio epigeo pueden, en ocasiones, penetrar, en el interior de las cuevas. Su presencia en la cavidad será ocasional o facultativa, pudiendo incluso realizar aquí ,parte de su ciclo biológico.

Un último grupo de especies (BARR, 1971), que es posible encontrar en todas las cuevas, habida cuenta su superficialidad, son los edafobios; especies que viven en el suelo epígeo en unas condiciones de humedad y luminosidad semejantes 'a las del medio hipogeo (Viven bajo las piedras, en el mantillo... etc.) siendo capaces de penetrar en el interior de la cavidad, arrastradas por las aguas (fenómenos de percolación) o a través de las grietas. Este'grupo se encuadra, no obstante, dentro de los trogloxenos accidentales.

4.2.1 Especies que habitan las cavidades

A continuación damos una referencia de alguna de las especies que habitan las dos cavidades estudiadas.

Cueva Honda de Güímar: es en esta cavidad donde podemos encontrar una mayor riqueza biológica, aunque las especies que la habitan manifiestan pocas adaptaciones cavernícolas (Tabla-1). Tenemos preferentemente:

Ploiaria chilensis (Philippi, 1862)=*P. canariensis* (Noualhier, 1895). Se trata de un hemíptero *Reduviidae* que presenta una morfología muy peculiar, con largas antenas, apéndices estilizados y abdomen abombado en algunos por cuestiones alimenticias, o

quizás por fenómenos de fisogastria (?). Es de señalar, en su primer par de patas, una interesante convergencia con los mantidos, pues se encuentran adaptados a la depredación, poseyendo una morfología semejante a la de aquéllos. Desde el punto de vista de su distribución y adaptación, se trata de un troglófilo que vive en la zona de derrubios, entre las piedras o en las grietas de las paredes. Es decir en aquellos lugares donde no existen corrientes perturbadoras del aire.

Ortóptero (Fam. *Grillidae*) desconocemos la especie de este grillo, pero es la primera vez que es encontrado en las cuevas de las islas. Vive en la zona de penumbra de la cavidad. Presenta un gran desarrollo en las cerdas sensoriales de sus cercos abdominales, si bien la visión, al igual que en *P. chilensis*, está perfectamente establecida. Por estas razones incluimos a este animal en el grupo de los troglófilos.

Aparecen también una serie de especies de tipo Trogloxeno-Edafobio, como son: Colémbolos, Acaros, Lepismátidos, Psocópteros... etc.

Dermestes (Dermestinus) frischi (Kugelann, 1972). Es este un coieóptero carroñero, cuya presencia en el interior de la cavidad se debe a la existencia en la zona de entrada de cadáveres de burro, y otros animales. Se trata de un trogloxeno accidental.

También hay que destacar la presencia de un díptero (Fam. *Phoridae*) que ya hemos observado varias veces cómo cumplimenta la fase larvaria de su ciclo biológico en el interior de las cuevas. Su alimentación es mas o menos necrófaga y su posición adaptativa se encuentra entre los trogloxenos y los troglófilos.

Un curioso hallazgo fue una especie de Sifonáptero hematófago de la familia *Histrichopsyllidae*, su presencia se explica probablemente a que entrase con algún vertebrado accidental, como por ejemplo *Rattus rattus*. Naturalmente es uria especie trogloxena cuya persistencia en el interior de la cavidad

TABLA III.- Cueva Honda de Güímar

Estación	Zona ecológica	Materia orgánica	Tipo de mat. org.	Factor humano	Sustrato	Humedad	Luz	Variación térmica día-noche
1	E	3	AV	2	D	1	3	2
2	E	3	AV	2	D	1	3	2
3	E	2	V	2	D	1	2	2
4	P	1	V	1	C	2	2	2
5	P	2	V	1	T	2	2	2
6	P	1	V	1	D	2	2	2
7	P	2	V	1	D	3	2	1
8	P	3	V	2	DT	3	2	1

Tabla.IV.- Cueva de Arafo

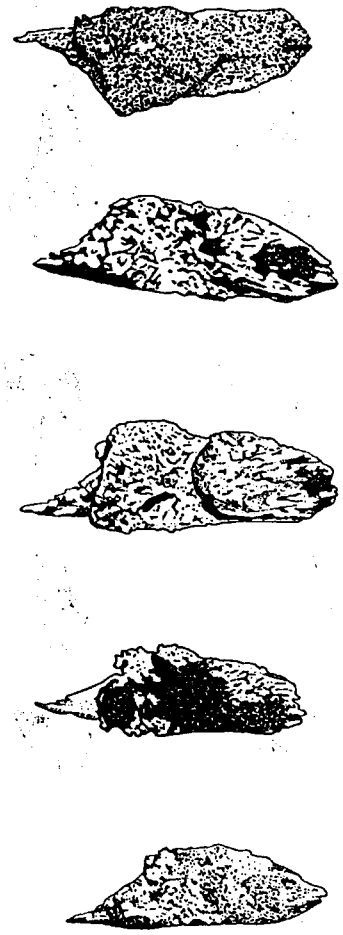
Estación	Zona ecológica	Materia orgánica	Tipo de mat. org.	Factor humano	Sustrato	Humedad	Luz	Variación térmica día-noche
1	E	3	V	2	T	1	3	2
2	EP	2	V	1	T	1	2	2
3	P	2	V	1	T	1	2	2
4	P	1	-	1	TC	1	1	1
5	O	1	-	1	C	1	1	1
6	PO	1	-	1	T	1	1	1
7	PO	1	-	1	C	2	1	1
8	PO	1	-	1	C	3	1	1
9	PO	1	-	1	C	3	1	1

Tabla.V- explicación de la simbología utilizada en las tablas anteriores (III y IV)

	Humedad	Luz	Temperatura	Mat. orgánica	Factor humano
1	100%	Máxima	Constante	Abundante	Presente
2	80%	Sombra	Variable	Presente	Ausente
3	70%	Oscuro	----------	Nula	---------

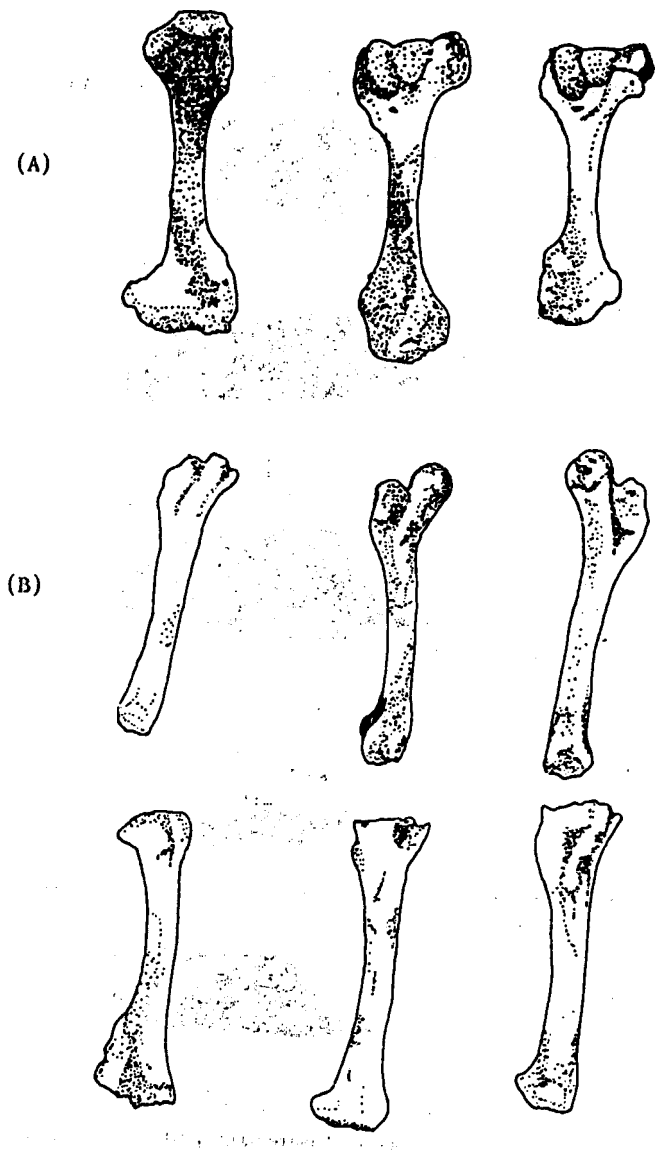
A= materia orgánica de origen animal
V= materia orgánica de origen vegetal
C= sustrato compactado
D= sustrato de derrubios
T= sustrato terroso
E= zona de entrada
P= zona de penumbra
PO= zona oscura-profunda
O= zona oscura

HUESOS DE LACERTIDOS ENCONTRADOS EN LA CUEVA DE ARAFO



Huesos Nasales (Fig. 5)

HUESOS DE LACERTIDOS ENCONTRADOS EN LA CUEVA DE ARAFO (III)



(A) Huesos Húmeros ; (B) Huesos femures (Fig. 6)

estaría condenada a desaparecer.

Los depredadores tales como arañas, aparecen tanto en la zona de entrada, como en lo más profundo de la cavidad. Son especies trogloxenas y su presencia en estos dos puntos es por razones que más adelante se detallan.

Finalmente habría que señalar una especie de Homóptero (Fam *Cixiidae*) cuya presencia a sido observada, tanto en forma de ninfa como de imago, en otras cavidades en los alrededores de ésta, donde no fue vista en el periodo que duró el presente estudio, aunque es probable que esté. Se trata de una especie troglófila

Entre los vertebrados accidentales destara el hallazgo de 9 restos de *Calonectris diomedea* (Scopoli) (pardela) que aunque es un ave marina, es capaz de adentrarse tierra adentro, penetrando en el interior de la cavidad, donde hallaría la muerte ante la imposibilidad de salir al no poderse orientar.

Cueva de Arafo: Esta cavidad se caracteriza por presentar una riqueza faunística muy pobre (Tabla-II), constituida preferentemente por algunas especies de trogloxenos-edafobios y escasos troglófilos.

La especie más adaptada de todas las encontradas parece ser el Heteróptero *Ploiaria chilensis*, que se distribuye en la zona de entrada y de penumbra, en grietas de las paredes y del techo.

Por otro lado, esta cavidad reviste una especial importancia por el descubrimiento entre sus sedimentos, de restos óseos de una serie de especies subfósiles extintas en la actualidad, estas son:

Lacerta máxima (Cravo, 1953)

Lacerta goliath (Mertens, 1942)

Canariomys bravoi (Crus. et Pet., 1964)

Una especie que requiere una atención especial es un Blattidae probablemente sea un *Loboptera*, el cual manifiesta una gran adaptación al medio, que

se refleja en una pérdida de la visión y de la pigmentación. Se la suele encontrar en la parte más profunda de las cavidades, y hasta la actualidad se la ha visto en casi todas las cuevas de la isla.

Se conocen datos de su presencia en la cueva. Honda de Güímar, aunque no pudo ser detectada a lo largo del presente trabajo. En la C. de Arafo no ha sido vista nunca.

4.2.2 Especies extintas en la actualidad encontradas en forma de restos subfósiles

Algunos de los restos de esqueletos encontrados de *Lacerta goliath* fueron los siguientes:

Hueso	Medidas (según la Fig.16)		
Dentario-1	L= 5cm.	A= 1.57cm.	El significado de las abreviaturas se da en la página 61
Dentario-2	L= 3.76cm.	A= lcm.	
Dentario-3	L= 3.57cm.	A= 0.98cm.	
Supraarticular	Longitud= 6.74cm.		

Con estos datos podemos adelantar el tamaño aproximado que tendrían algunos individuos, aproximadamente unos 10 cm. de cabeza.

Hueso	Medidas		
Parietal-1	L_1= 3.14cm.	L_2= 4.88cm.	A_1= 1.83cm. A_2= 4.26cm.
Parietal-2	L_1= 3.24cm.	L_2= 4.55cm.	A_1= 1.88cm. A_2= 3.56cm.
Maxilar superior-1	L= 4.73cm.	A= 1.83cm.	
Maxilar superior-2	L= a.37cm.	A= 1.29cm.	
Cuadrado	L= 1.82cm.	A= 1.39cm.	
Femur	Ap.= 1.4cm.	Ad.= 1.4cm.	L= 5.97cm.
Frontal	L= 4.0cm.	A= 1.1cm.	
Palatino	L= 2.6cm.	A= 1.29cm.	
Vomer	L= 2.82cm.	A= 0.67cm.	
Cintura pelviana (lleón)	L= 2.9cm.	A= 1.7cm.	

Entre los huesos encontrados de *Canariomys bravoi* destaca la existencia de un maxilar inferior de considerables dimensiones (Figs. 5, 6, 7, 8, 9, 11 y 17).

Los yacimientos encontrados de lacértidos gigantes y rata gigante en la isla de Tenerife, han sido hallados en los lugares que se indican en la figura 17.

Es de resaltar que el presente hallazgo supone la cita de una nueva localidad de la isla: la localidad de Arafo. El yacimiento más próximo encontrado hasta el momento, correspondería a un descubrimiento hecho por Bravo en unas puzolanas de la zona de Güímar y que correspondían a *Lacerta goliath*. De cualquier forma la cantidad de huesos encontrados de las tres especies mencionadas, hace que este yacimiento sea considerado como importante.

Lacerta máxima se trata de una especie que tuvo su periodo álgido en el Plioceno-Pleistoceno (BRAVO, 1953), comenzando a decrecer desde entonces hasta su total extinción en la actualidad; según algunos autores debido a la gran actividad volcánica de las islas en una época de su historia (BRAVO, 1953), según otros por fenómenos de competencia con especies de lagartos de menor tamaño (BARQUIN y MARTIN en prensa)

Es de señalar la ubicación de todos los yacimientos, en zonas próximas a la costa, o de escasa altitud sobre el nivel del mar, y que, en muchos casos; junto con la presencia de restos de *Lacerta*, se encuentran restos de otra especie subfósil también extinta en la actualidad, como es *Canariomys bravoi* (así ocurre también en nuestro yacimiento de Arafo). Es imposible establecer si había alguna relación de convivencia entre ambas especies, tipo depredador-presa, o acaso, de semejantes hábitos alimenticios (GARCIA CRUZ, 1978). Quizás no haya otra razón que el magnífico efecto que ofrecen los tubos, como conservadores de estructuras esqueléticas, siendo los rnuridos, los lacértidos y los lago-

morfos (representados en la isla por el conejo *Oryctolagus cuniculus*) los únicos grupos de animales presentes en Tenerife con alguna tendencia a penetrar en todas las oquedades del terreno, incluidas las cuevas. A este respecto cabría decir que en dicha cueva de Arafo también fueron encontrados restos esqueléticos de conejo, así como de lagartos y ratones actuales.

Naturalmente, los restos subfósiles hallados corresponderían a los últimos años de existencia de estas especies, es decir no más allá de algunos miles de años, y nunca a períodos geológicos más lejanos.

4.2.3 La energía del ecosistema de cueva Honda

De todas las especies que han sido recolectadas en el interior de esta cavidad, observamos que gran parte pertenecen al grupo de los trogloxenos (tabla I), por lo que el suministro energético que precisan está más o menos resuelto en el medio epígeo. Pero hay otro grupo de especies constituido por los troglófilos y los troglobios que representan en sí la verdadera comunidad cavernícola. Estas especies han de solucionar su problema energético en el interior de la cavidad, la cual mantiene por tanto una reserva energética que posibilita la vida en su interior.

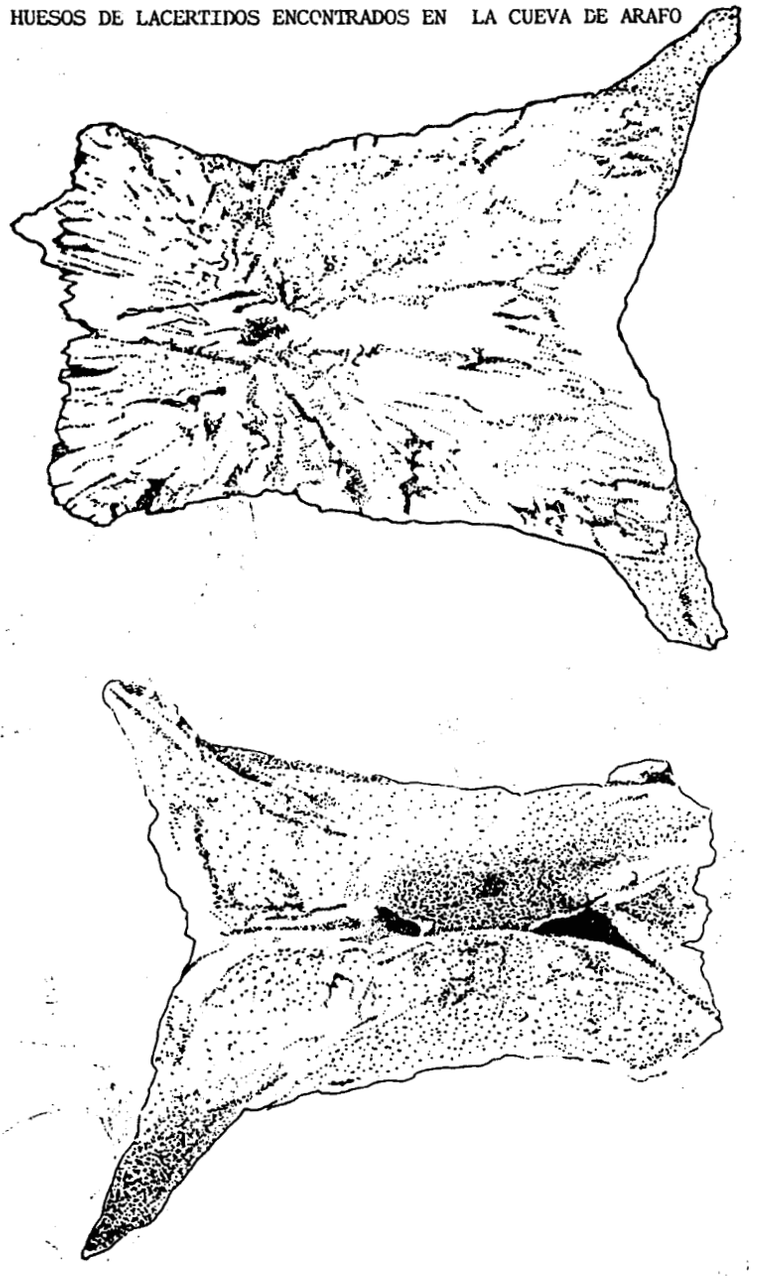
No obstante, esta enegía tiene una procedencia externa como veremos a continuación (Fig. 12).

Los flujos energéticos que tienen lugar en el interior de la cavidad son:

1). Energía térmica y luminosa: el calor de la radiación solar al incidir sobre la superficie externa de la cavidad, es capaz de atravesar en parte la corta sección de separación con el medio cavernícola y de influir sobre el microclima interior.

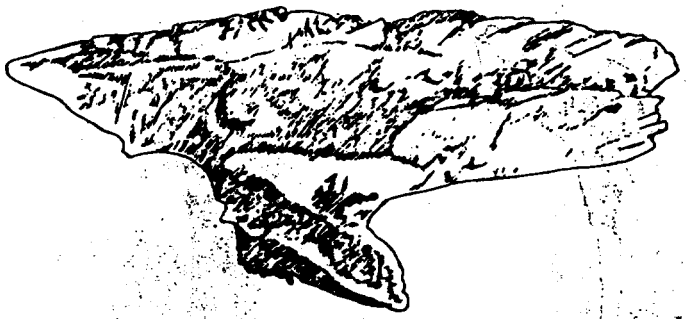
Por otro lado en la misma zona de entrada, la luz de los rayos solares son una fuente ener-

HUESOS DE LACERTIDOS ENCONTRADOS EN LA CUEVA DE ARAFO

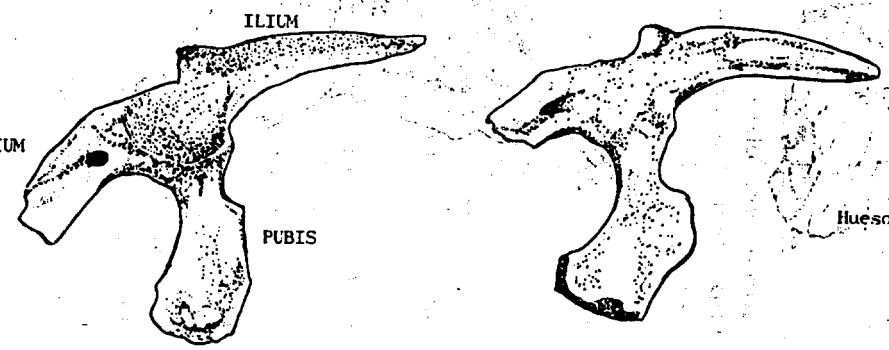


Huesos parietales (Fig.7)

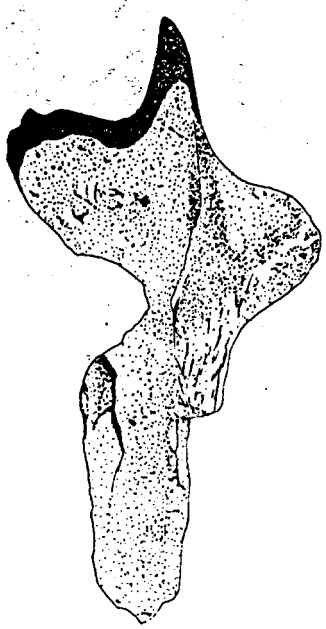
HUESOS DE LACERTIDOS ENCONTRADOS EN LA CUEVA DE ARAFO



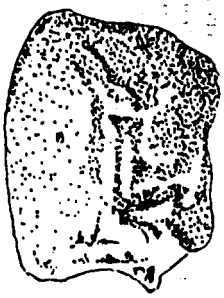
Hueso palatino (Fig.8)



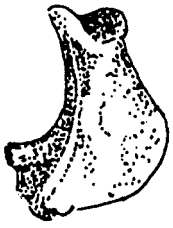
Huesos de Cintura pelviana (Fig.9)



Hueso Articular (Fig.11)



Hueso Cuadrado (Fig.10)



HUESOS DE LACERTIDOS ENCONTRADOS EN LA CUEVA DE ARAFO

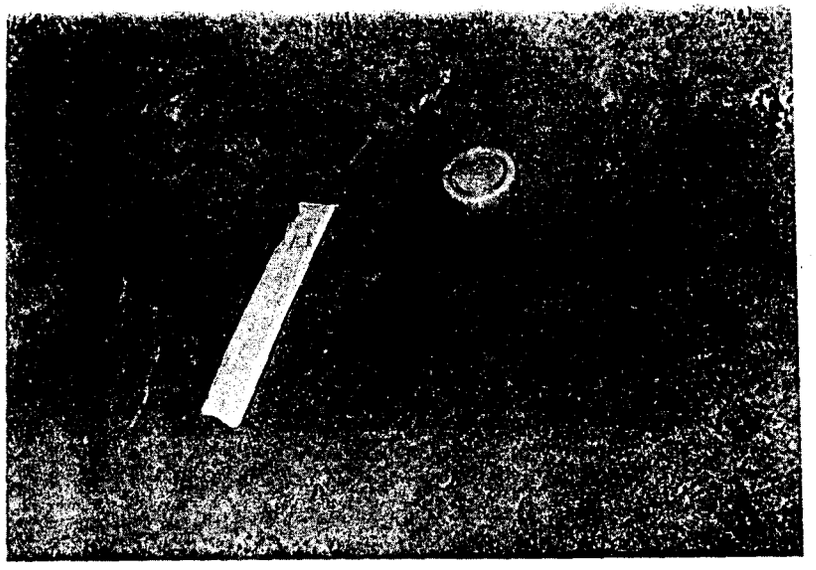


Foto 9. Cada estación estaba constituida por dos tipos de trampa; una., un frasco con un líquido atractivo dentro y enterrado en el suelo justo hasta su borde, y otra .constituida por una piedra impregnada de un sólido atractivo, en este caso queso fundido (las flechas en la foto indican ambas trampas).

Foto 10. Cueva Honda alcanza cn su interior alturas de hasta 7 metros que dan lugar a grandes salas como la de la fotografía; obsérvese el sustrato caótico así como la terraza lateral en cl margen **izquierdo.**

gé ica que posibilitará el crecimiento de una ex gua vegetación en este lugar.

Finalmente no hay que olvidar la energía geotérmica, que también co ıtribuirá al establecimiento de un microclima ir terno determinado.

2). Flujo energético de penetrac ón por la boca

A). Vegetación. Fuera de la cavidad, en la zona de la boca, hay una mportante vegetación de cardonales y tabaibales (*Euphorbia canariensis* L., *E. regis-jubae* W&B. ...etc.). En el interior de la cavidad, aparece entrando por tres vías diferentes:

a). Aprovechando la energía luminosa de la zona de entraaa, se instalan aquí:

Parietaria judaica L.

Forskolaea angustifolia Retz.

Asplenium hemionitis L.

Así como una serie de cianoficezs en las paredes.

b). Por consecuencia de la acción del viento (el vector eólico), siendo éste un importante y eficaz transportador de materia orgánica vegetal.

Principalmente entran así las gramíneas:

Hyparrhenia hirta (L.) Stapf

Cenchrus ciliaris L.

c). ?or la acción humana. El hombre es otro transportador de materia orgánica vegeta , tanto voluntaria (entrando maderas.. .) como involuntariamente.

B). Animales. Se incluyen en este apartado los vertebrados o invertebrados accidentales que caen o son arrojados por la boca del jameo, incapaces de salir, están condenados a morir en su interior.

También se incluyen aquellos animales que

penetran en el interior de la cavidad de una forma voluntaria, es decir, los. trogloxenos, que no hay duda que interfieren con la fauna interna' de la cueva.

Un Último vector de entrada es el constituido por. el hombre. Adheridos a sus ropas entran gran cantidad de animales (y semillas...).

3). Flujo energético de penetración por las grietas: a través' de éstas existe un activo proceso de percolación con el 'que entra gran cantidad de materia orgánica.

4). "Aporte energético interno": define esta expresión a la energía inherente a la fauna y flora interna, que está constituida preferentemente por hongos (hifomicetes), bacterias (entre los muchos géneros encontrados .destaca aquí *Caryofanon*) y demás seres vivos reseñados anteriormente.

4.2.4 La energía del ecosistema de la cueva de Arafo

En cuanto a los flujos energéticos que tienen lugar en la C. de Arafo, estos se encuentran muy reducidos: (ver fig. 12)

-El flujo energético de penetración por la grieta se halla prácticamente imposibilitado debido' al intenso colrnataje por sedimentos que tiene lugar en el interior, llegando a taponar todas las grietas de la cavidad.

-El flujo energético de penetración por la boca se encuentra muy reducido como consecuencia de las exiguas dimensiones de ésta, no permitiendo una gran entrada de materia orgánica. La dificultad que presenta el tránsito por la cavidad casi elimina también al vector humano como posible transportador de materia.

-Si bien la energía luminosa que entra por la boca es muy escasa, la principal energía que penetra dentro es la calorífica.

-En cuanto al aporte energético inherente al interior

de la cavidad, es debido más que nada a unas cuantas especies de carácter trogloxeno y a bacterias.

4.2.5 Cadena alimenticia en cueva Honda

"La 'fauna que habita el medio subterráneo se encuentra en estrecha dependencia con el medio superficial,' hasta el punto de que muchas especies cavernícolas son depredadoras de otras "no cavernícolas" o se alimentan de restos orgánicos de éstas; muchas especies fitófagas cavernícolas precisan de fuentes vegetales 'de origen exógeno para su nutrición, e igualmente, depredadores "no cavernícolas" tienen entre sus presas a especies que sí lo son. Esto nos lleva a la conclusión de que no existe una delimitación exacta de las zonas donde se distribuyen los trogloxenos, los troglófilos y los troglobios, superponiéndose en la mayoría de los casos (Fig.4).

En C. Honda uno de los principales aportes energéticos lo constituye la materia orgánica en descomposición,, de modo que las especies necrófagas y saprófagas son abundantes (Fig.13). Los eslabones terminales de la'cadena alimenticia son los depredadores;' este grupo está constituido por arácnidos y un insecto del orden Heteróptero, *Ploiaria chilensis*.

Las bacterias también juegan un papel importante en: el ecosistema cavernícola, pues al ser organismos capaces de fijar el nitrógeno y el hierro directamente del medio, no precisan de materia orgánica previamente sintetizada. Actúan tanto como descomponedores que como fuente de nutrientes del medio, que luego serán aprovechados por los hongos para desarrollarse. Según algunos autores, las bacterias tienen además otra misión en este ecosistema, la de proveer a la fauna que lo habita de la vitamina B; en el medio epigeo la fotosíntesis permite que sean las plantas las encargadas de esta función.

Finalmente hay que señalar la gran cantidad .de organismos que actúan sobre la materia orgánica en descomposición, no siendo más que una consecuencia de la existencia de una fauna de suelo de

procedencia epígea. Esta presencia es debida a dos causas:

1). La superficialidad del tubo volcánico y la existencia de grietas, que interconectan el interior de la cavidad con el suelo superficial.

2). La amplia boca, que posibilita una gran entrada de material y de especies.

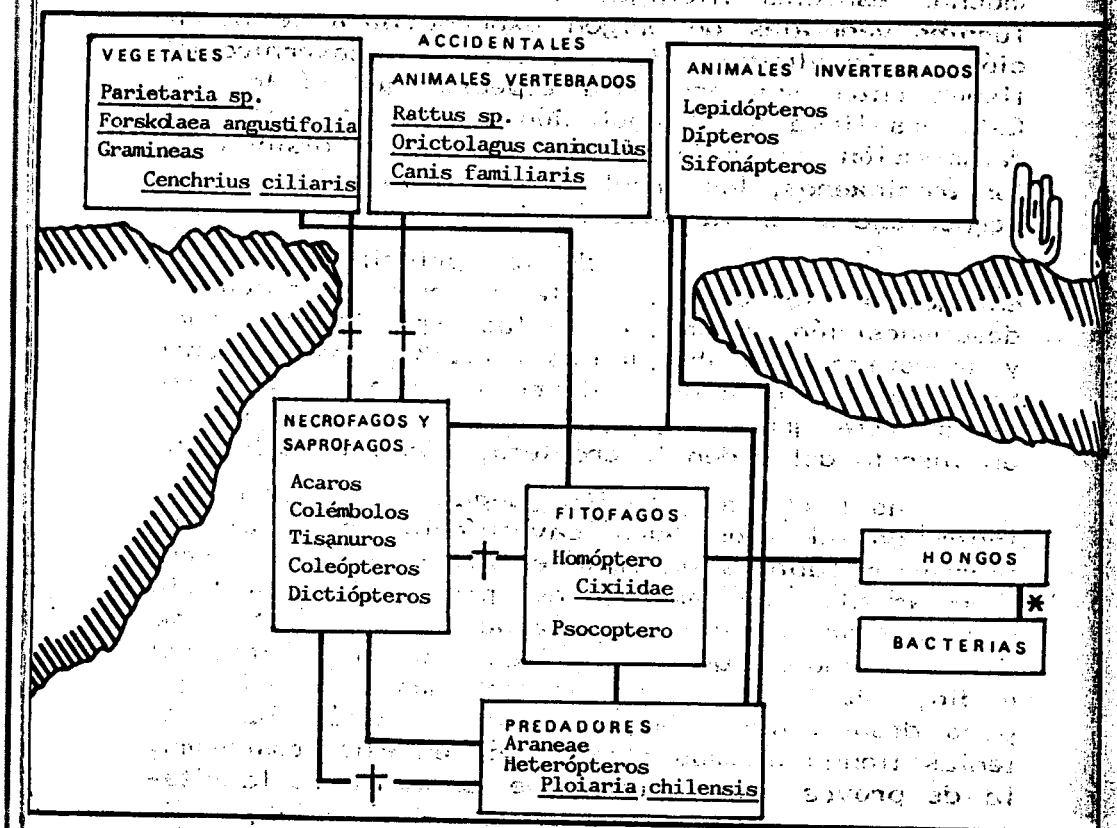


Fig.13- Cadena alimenticia en cueva Honda: la flecha indica el ser vivo que sirve de alimento al que ésta señala; el símbolo † significa que el animal o planta sirve de alimento cuando está muerto; el símbolo * indica que esta vía no se desarrolla directamente, sino que las bacterias aportan nutrientes al suelo que luego son aprovechados por los hongos.

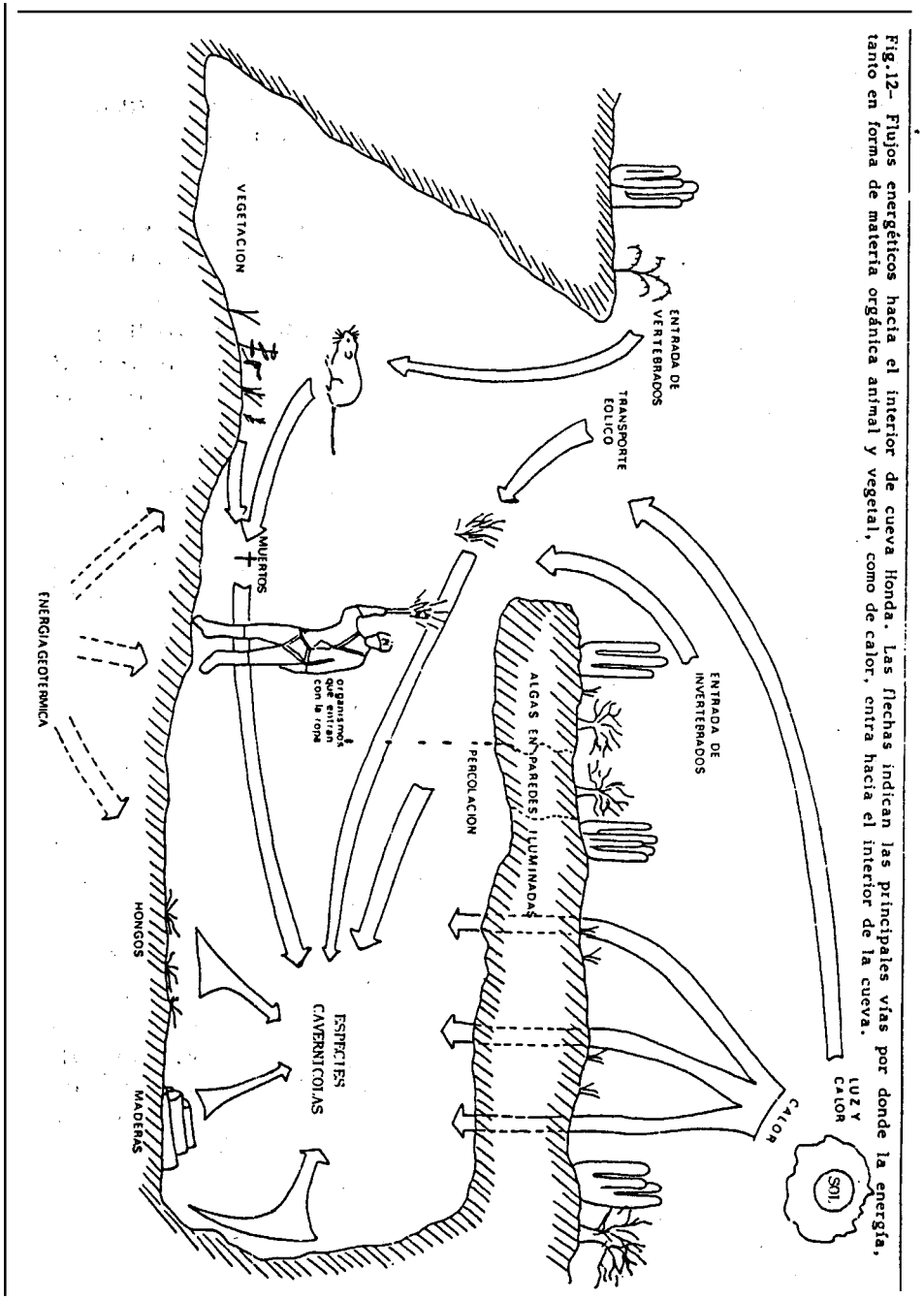


Fig.12- Flujos energéticos hacia el interior de cueva Honda. Las flechas indican las principales vías por donde la energía, tanto en forma de materia orgánica animal y vegetal, como de calor, entra hacia el interior de la cueva.

4.3 ESTUDIO ESTADIST CO DE LAS ESPEC ES DE CUEVA HONDA

En primer lugar convendría ac arar que el presente estudio se basa en el análisis de un ecosistema tan solo en una época determinada, los meses de febrero, marzo y abril del presente año. De aquí que, en lo concerniente a las especies presentes, la información obtenida estará condicionada por dicha premisa.

Calculando la diversidad según el índice de Shanon, se obtuvo para la cavidad un valor de 0.491; el que sea bastante bajo es una característica del medio cavernícola, más si se trata de tubos volcánicos, donde la pobreza faunística se acentúa. Según el Índice de Williams el valor obtenido fue de 7.9, que también es bajo.

Para el índice de Shanon se obtuvo una equitabilidad de un 45.5%, lo cual denota una regularidad muy baja.

En el gráfico adjunto (Fig.-14) se observa como la diversidad es máxima en aquellas zonas que comprenden las estaciones más próximas a la boca, luego desciende, para, en la zona más profunda, aumentar de nuevo, cuando lo normal hubiera sido que se mantuviese estable.

Si recurrimos a la matriz de similitud y a la elaboración de dendrogramas, obtenemos unos datos bien concluyentes (Fig.-15); observándose una zona de entrada que abarca las dos primeras estaciones, más o menos relacionadas con la Última, y profunda constituida por la fauna que se encuentra en el resto de la cavidad, a su vez dividida en dos bloques formados por las estaciones 3,6,7 y 4,5 respectivamente. Se observa con claridad como hay una cierta similitud entre la fauna de la parte más profunda de la cavidad y aquélla de las zonas más próximas a la boca.

Similitud entre estaciones 1-8 = 16%

Similitud entre estaciones 8-6 = 11%

Similitud entre estaciones 3-7 = 40%

Las Últimas esiaciones de la cueva registran, por tanto, una fauna diferente de aquella propiamente cavernícola como sería la de la 4 y la 5, que además se asemeja a la de la zona de entrada, en concreto aquélla de la estación 3, y también de la 1 y 2. Considerando entonces que la fauna más próxima a la boca es la menos "cavernícola", la que encontramos en lo más profundo de la cueva tampoco lo es mucho, al menos como debiera esperarse.

4.3.1 Distribución de las especies en el interior de cueva honda

La fauna de esta cueva se distribuye en tres grupos; uno de entrada, otro propiamente cavernícola y un tercero formado por especies que se podrían agrupar en la fauna parietal de la cueva.

El grupo propiamente cavernícola lo forman las especies de la zona central de la cueva, la de los lados está más relacionada, lo que nos permite pensar en la posibilidad de que haya una pcsible conexión con el exterior en la parte profunda. Es de destacar a este respecto como la diversidad aumenta en esta zona, de modo que la hipótesis de la comunicación con el exterior se ve apoyada por los siguientes puntos:

1). Existencia de un acúmulo de arenas unicamente en el, fondo de la cavidad, por lo que su entrada no fue por la boca del jameo.

2). Existencia en ciertas épocas de fuertes corrientes de aire que transforman la cavidad en una especie de "tubo de viento".

3). La existencia de una fauna profunda un tanto de carácter trogloxena. No existe una verdadera fauna cavernícola por no haber tampoco un verdadero medio cavernícola.

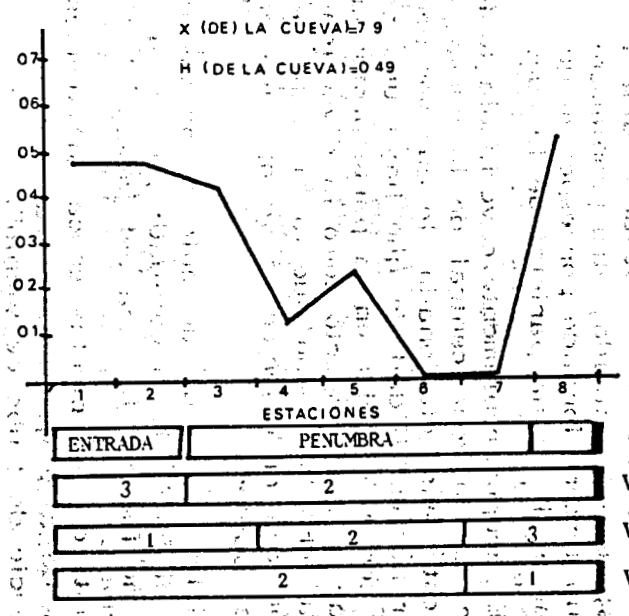
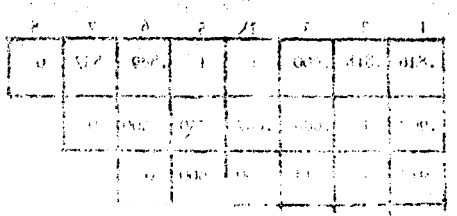


Fig.14- Variación de las diversidades, en las diferentes estaciones, a medida que profundizamos en la cueva; y variación de los factores físicos (ver tablas III y V para el significado de los símbolos).

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	.545	.727	1	1	.917	.900	.846
2		0	.800	1	1	1	1	.818
3			0	.833	.857	.714	.600	.900
4				0	.333	.800	.667	1
5					0	.600	.750	1
6						0	.500	.889
7							0	.857
8								0

para las 8



5. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Es evidente ante los datos expuestos, que de las dos cavidades estudiadas, cueva Honda es la que presenta una mayor riqueza y mayor diversidad de especies. Es por ello la que ha sido más profundamente analizada.

En cuanto a la diversidad, ésta es siempre muy baja; de modo que las posibilidades del medio cavernícola como sustentador de una vida en su interior son más débiles que en el medio epígeo (Fig. 14).

La zona más rica en especies, es siempre la mejor conectada con el exterior y esta es la de la boca. Pero incluso aquí la cantidad de especies no es mucha. En esto influirá la fauna que habita la zona superficial del exterior de la cueva, en nuestro caso la que vive en el Malpaís. Se caracteriza por no presentar una gran cantidad de especies como sucedería si en vez de una vegetación xerofítica, estuviese poblada por otra más húmeda y boscosa. Las condiciones que aquí reinan son muy severas con fuerte insolación, elevadas temperaturas... y por consiguiente: una gran dependencia de la pluviometría que puede darse en un año concreto. Esto da lugar a una irregularidad en la producción anual de vegetación que se hace notar en la fauna superficial, y por consiguiente en la de las cuevas aquí existentes.

Cueva Honda es más rica que cueva de Arafo, probablemente debido a que la erosión en esta última es mayor que en la primera, la cual se encuentra menos colmatada y donde la cantidad de grietas es mayor.

Las especies que habitan el medio cavernícola no pueblan tan solo aquellas zonas de la cavidad con mayores dimensiones y transitables por el investigador, sino también aquellas otras zonas inaccesibles a éste, constituidas por las grietas y demás resquicios (muchos autores hablan incluso de un mundo de las grietas como un microecosistema cavernícola) por donde los animales deambulan libremente. Con estas vías de paso las que posibilitarán las dispersiones animales hacia otras cavidades de las proximidades (HOWART, 1973).

Las grietas constituyen entonces, un gran espacio que las especies utilizan para expansionar su hábitat que, en vista de la escasez de recursos energéticos del medio a de ser muy amplio. Además proporcionan unas condiciones microclimáticas más estables (ausencia de corrientes de aire... etc.) que facilitan más la vida. Cuando ésta ampliación de los hábitats se ve obstaculizada por un gran colmataje las especies encuentran un impedimento a su supervivencia y tienden a buscar un medio más idóneo para no perecer, emigrando a otras cuevas mejor acondicionadas.

Es por esta causa que la cueva de Arafo está habitada por una fauna más pobre que la de la cueva Honda; a esto se le ha de sumar el problema energético mencionado anteriormente y la gran fragilidad del ecosistema subterráneo en general.

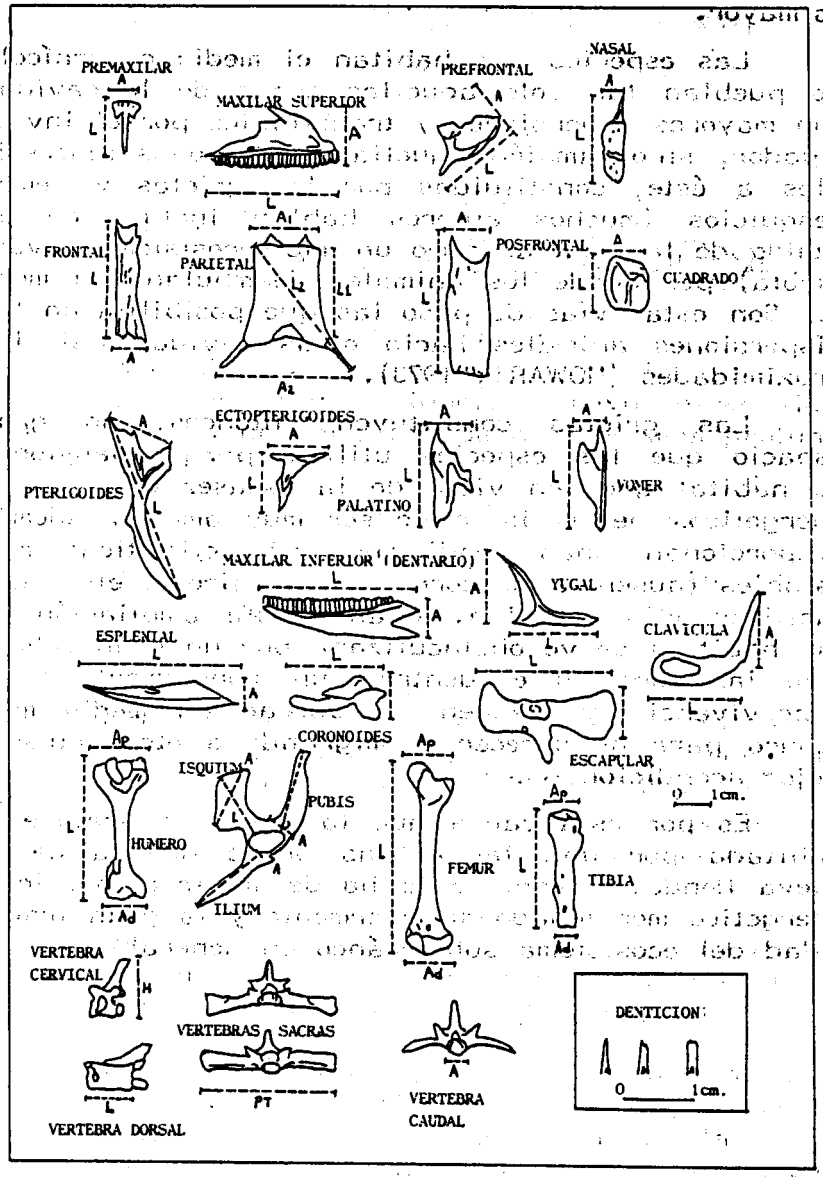


Fig.16- Huesos de lacértido gigante y medidas a tomar para un estudio osteológico de los mismos. A= Anchura, H= Altura, L= Longitud (GARCIA CRUZ, sin publicar).

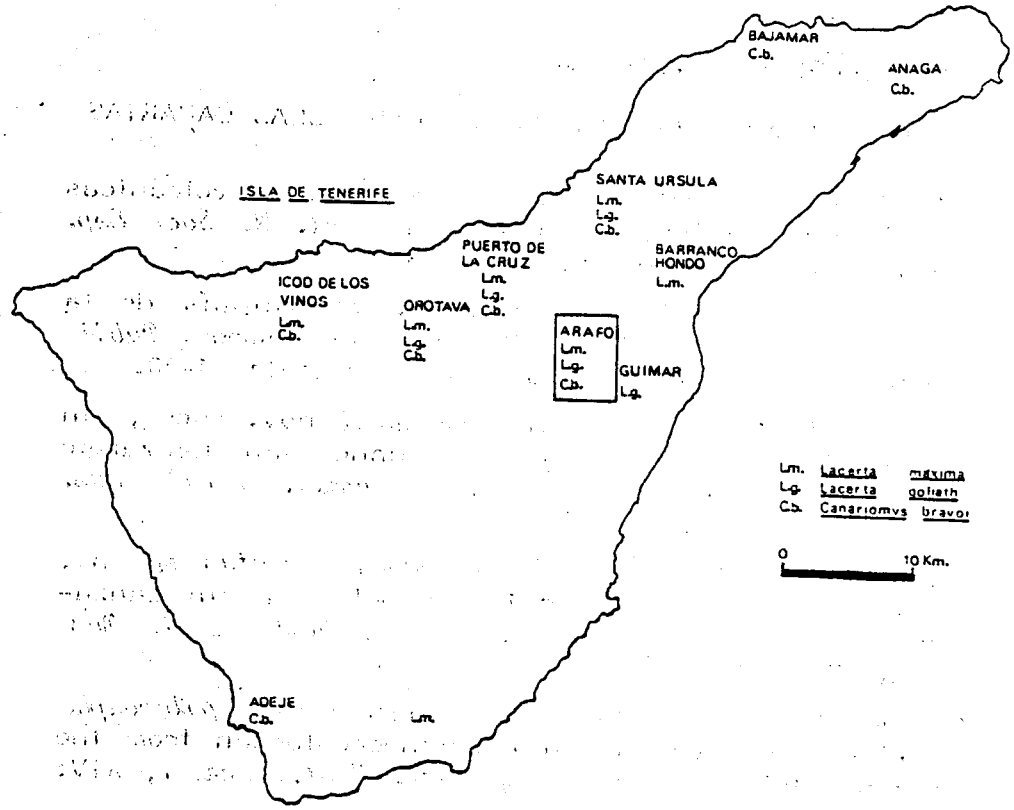


Fig.17- Localización geográfica en la isla de Tenerife de los yacimientos conocidos hasta la actualidad de lacertidos y muridos subfósiles, e indicación de la nueva localidad según gráfico de García Cruz y Marrero 1979.

6. BIBLIOGRAFIA

SOBRE TUBOS VOLCANICOS DE LAS ISLAS CANARIAS

1-BRAVO, T. 1954. Tubos en las coladas. volcánicas de la isla de Tenerife (Canarias). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo homenaje: 105-115.

2-BRAVO, T. 1964. El volcán y el Malpaís de la Corona. La cueva de los Verdes y los Jameos. *Publicaciones del Cabildo Insular de Lanzarote*: 1-30.

3-ANDRES, H.G. ,1974. *Niccippe buchi* nov. spec., ein Pardaliscidae aus einem Lavatunnel auf Lanzarote (Crustacea, amphipoda). *Mitt. Hamb.. Zool. Mus. Inst.*, 72: 91-95.

4-ANDRES, H.G. 1978. *Liagoceradocus acutus* sp. n., ein Gammaridae aus der Jameos del Agua auf Lanzarote (Amphipoda, Crustacea), *Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst.* 75: 249-253.

5-CALMAN, W.T. 1904. On *Munidopsis polymorpha* Koelbel, a cave dwelling marjnecrustacean from the Canary Islands. *Ann. flag. Nat. Hist., Ser.* 7, XIV: 213-218.

6-DALENS, H. 1973. Sur une *Halophiloscia* nouvelle des Iles Canaries: *(H. Holophiloscia)* canariensis n. sp. *(Isopoda, oniscoidea) Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse,* 109: 248-250.

7-FAGE, L. y MONOD, T. 1936. La faune marine du Jameo de Agua. *Arch. Zool. exp.*, 78: 97-113.

8-HARMS, W. 1921. Das rudimentare Sehorgan eines Hohlendekapoden, *Munidopsis polymorpha* Koelbel. *Zool. Ann.*, 52: 101-115.

9-HARTMAN-SCHORODER, G. 1974. Die Unterfamilie *Macellicephalinae* Hartman-Schroder 1971 (Polinoidae, Polichaeta). Mitt. Beschreibung einer neuen Art, *M. Jameensis* nov. spec., aus einem Gewaseer von Lanzarote (Kan. Inseln). *Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst.*

10-MACAU VILAR, F. 1963. Tubos volcánicos en Lanzarote. La cueva de los Verdes. An. *Est. Atlánticos*, II: 1-27.

11-MONTSERRAT I NEBOT, A. 1977. Vulcanoespeleologie a Canaries. *Muntanya* 690: 369-370.

12-MONTSERRAT I NEBOT, A. 1977. La cueva del Hielo; (Tenerife-Illes Caneries). *Espeleoleg.* 25-27: 437-442.

13-MONTORIOL-POUS, J. 1965. Contribución al conocimiento mineralógico y mineralogénico de un nuevo tipo de yacimiento de yeso descubierto en los tubos de lava de la isla de Lanzarote (Canarias). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. Geol.*, 63: 77-85.

14-MONTORIOL-POUS, J. 1969. Estudio morfogénico de las cavidades volcánicas desarroliadas en el Malpaís de la Corona (Isla de Lanzarote-Canarias). *Geo y Bio Karst*, 6, 22, 3 (543) - 3 (563).

15-MONTORIOL-POUS, J. 1973. Sobre la tipología vulcanoespeleológica. *Comunicacions III Simposium &Apeleologia.* Mataró: 260-272.

16-MONTORIOL-POUS, J. y DE MIER, J. 1974. Estudio vulcanoespeleológico de la cueva del Viento (Icod de los Vinos-Tenerife) (Canarias) *Speleon,* 21: 5-24.

17-MONTORIOL-POUS, J. y DE MIER, J. 1977. Estudio de un caso de captura subterránea de una corriente de lava, observado en la cueva de Don Justo, (Isla del Hierro, Canarias). *Atti. del seminario sulle grotte lavicre:* 169-174.

18-PARZEFALL, J. und WILKENS, H. 1975. Veber das

Verhalten augen reduzierter Tiere. Untersuchungen an einem Tiefseekrebs *Munidopsis polymorpha* Koelbel *(Galatheidae)*.

19-PARZEFALL, J. und WILKENS, H. 1975. Zur etologie augenreduzierter tiere Untersuchungen an *Munidopsis polymorpha* Koelbel, *(anomura, galatheidae)*. *Ann. Speleol.*, 30, 2: 325-335.

20-WILKENS, H. und PARZEFALL, J. 1974. Die oekologie der Jarneos del Agua (Lanzarote). Zur Entwicklung limnischer Hohlentiere aus marinen Vorfahren. *Ann. Speleol.*, 29, 3: 419-434.

21-WOOD, C. 1,973 a. Cueva del Viento confirmed to be the longest lava tube cave in the world, *J. Shepton Mallet Caving Club* 5, (6): 3-7.

22-WOOD, C. 1973 b. A recently syccessful investigation of the Cueva del Viento, the world's longest lava tube cave. *J. Shepton Mallet Caving Club* 5, (6): 8-12.

23-WOOD, C. 1973 c. Lava caves in Europe (abstract.). *Bull. Brit. Cave Research. Assoc.*, (1): 22.

24-WOOD, C. 1974 a. The genesis and classification of lava tube caves. *Trans. Brittish Cave Research* Assoc., 1, (1): 16-28..

25-WOOD, C. 1974 b. Cueva del Viento: the world's longest lava tube cave. *Bull. Brit. Cave Research* Assoc., (6): 27-30.

26-WOOD, C. and MILLS, M. T. 1977. Geology of the lava tube caves around Icod de los Vinos, Tenerife. Trans. *Brit. Cave Research. Assoc.* 4, (4): 453-469.

27-WOOD, C. 1979. Lava tubes: their morphogenesis and role in flow formation. *The Cascade Caver* (Seattle, USA), 18, (5-6): 27-30.

28-WOOD, C. 1979. Lava tubes: their rnorphogcnesis and role in flow formation. *Conclusion The Cascade Caver* (Seattle, USA), 18, (5-6): 27-30.

29-ROTHE, P. 1966. Zum alter des Vulkanisrnus auf der ostlichen Kanaren. *Soc. Sci. Fenn. Commaphismat. Helsinki*, 31: 1-80.

30-ARAÑA, V., LOPEZ, J. 1974. *Vul rnismo. Dinámica y petrologia de sus productos.* Ed. stmo: 481 p.

31-ARAÑA, V. y CARRACEDO, J.C. 1978. *Los volcanes de las Islas Canarias. Lanzarote y Fuerteventura.* Tomo II. Ed. Rueda: 176 p.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Junto con algunos artículos de los reseñados anteriormente, fueron consultados:

1-BARR, T.C. Ecological studie in the Mamrnoth Cave System of Kentuchy. I. the biota. *Ins. Jour. Speleol.*, 3: 147-203.

2-BARR, T.C. 1971. Ecological studies in the Marnmoth Cave System of Kentuchy. II. *The ecosystem. Ann. Spéléol.*, 26, (1): 47-95.

BARQUIN,J., MARTIN,A . (en prensa). Sobre la presencia de *Gallotia = Lacerta Atlántica* (Peters y Dona, 1982) en Gran Canaria *(Rept., Lacertidae)*. Donana. Acta Vertebrata, 9 (2).

3-BELLES, X. 1978. Notas ecológicas sobre la Cueva de la Torre: Incidencia de los niveles de materia orgánica sobre la diversidad de la fauna terrestre. *Speleon* 24: 79-91.

4-BOURNEE, J.D. 1977. Mise en evidence de groupements temporaires de la faune parietale dans un tunnel artificiel en fonction de l'humidite et des rnouvementc d'air. *Rev. suisse Zool. 84:* 527-539.

5-BOUVET, Y. y TURQUIN, M.J. 1976. Influence des modules d'ouverture du Karst vers l'exterieur sur la repartition et abondance de son peuplement. Bull. *Société Linnéene de Lyon.* 7: *245-257.*

6-BOUVET, Y., TURQUIN, M.J. y MICHALON, E. 1972. Etude des biocoenoses du tunnel artificiel de Drom (Ain). *Ann. Spéléol.*, 27, 3: 563-574.

7-CHAPPUIS, P.A. 1950. La recolte de la faune

souterrainc. *Notes Biospéléologiques,* V: 7-35.

8-CULVER, D.C., POULSON, T.L. 1970. Community boundaries: faunal diversity around a cave entrance. *Ann. Spéléol.*, 25, (4): 853-860.

9-GARCIA CRUZ, C. MARRERO, A. 1979. Sobre la distribución geográfica de los yacimientos de vertebrados fósiles de las Islas Canarias.. *Vieraea,* 8, (1): 95-106.

10-GINET, R. y DECOU, V. 1977. *Initiation a la biologie et a l'écologie souterraines.* Ed. Universitaire, Paris.

11-HOWART, F.G. 1973. The cavernicolous faune of Hawaiian lava tubes, I. Introduction. *Pacifics insects.* 15, (1): 139-151.

12-MENDES, L.F. 1978. Notas sobre bio-ecologia das cavernas. *Arquivos do Museu Bocage,* 15, (1): 1-19.

13-TURQUIN, M.J. BOUVET, Y. 1981 *Utilisation* et limites de la notion de diversité apliquée à la biocoenose cavernicole terrestre. *Bull. Soc. Zool. de France* . .

14-VANDEL, A. 1964. La *biologie des animaux cavernicoles.* Ed. Gauthier et Villars, París.,

Fotos 11 y 12. Acceso mediante técnicas de escalada artificial al interior de un tubo elevado, por donde continúa la cueva Honda en su parte más profunda.