

Patrones del establecimiento de las asociaciones de macroinvertebrados acuáticos en los manantiales cársticos de la Huasteca Mexicana

Verónica Campos-Cervantes¹, Ricardo Pérez-Munguía² y Raúl Pineda-López¹

¹Lic. en Biología, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ 76230, Querétaro, Qro. ²Laboratorio de Entomología "Sócrates Cisneros Paz". Facultad de Biología. UMSNH 58030, Morelia, Mich. cassidinae13@gmx.net

RESUMEN

Diferentes autores, han coincidido en que los manantiales son sistemas discretos en los que la fauna responde a las condiciones locales de estabilidad ambiental que en ellos ocurre, por lo que las asociaciones bióticas tienen una composición y estructura únicas, además de ser sistemas que representan zonas de refugio de fauna relictual y/o rara. En el presente estudio se analizaron las condiciones fisicoquímicas de 38 manantiales cársticos de la Huasteca Mexicana; así como la composición y estructura de las asociaciones de macroinvertebrados acuáticos. Los diferentes análisis hechos mostraron que los manantiales son sistemas en los que las variables fisicoquímicas están correlacionadas con el tamaño y tipo del manantial, con similitud no significativa y tanto desde las perspectivas ambiental como biológica, se manifiestan como ecosistemas discretos que pueden ser considerados como "islas de agua".

Palabras clave: Manantial cárstico, Huasteca Mexicana, macroinvertebrados Acuáticos.

ABSTRAC

Different authors, have agreed in the springs are discreet systems in which the fauna responds to the local conditions of environmental stability that in them happens, reason why the bióticas associations have a unique composition and structure, in addition to being systems that represent zones of refuge of relictual and/or rare fauna. In the present study the fisicoquímicas conditions of 38 cársticos springs of the Mexican Huasteca were analyzed; as well as the composition and structure of the associations of aquatic macroinvertebrates. The different done analyses showed are systems in which the fisicoquímicas variables are correlated with the size and type of the spring, with nonsignificant similarity and as much from the perspective environmental as biological, pronounce like discreet ecosystems that they can be considered like "water islands".

Key words: Karts Spring, Mexican Huasteca, Aquatic Macroinvertebrates.

INTRODUCCIÓN

Los manantiales son flujos naturales de agua subterránea, ya sea a través de roca o del sustrato a la superficie, donde forman un cuerpo de agua o entran a uno (Armantrout, 1998). En general,

el flujo, química del agua y temperatura son constantes, dicha estabilidad está dada en gran parte por las características del agua subterránea, pero a medida que se alejan de la fuente de origen, las condiciones cambian (Giller y Malmquist, 1998 y Van der Kamp, 1995).

Debido a su compleja historia ecológica, aislamiento y condiciones fisicoquímicas, además de sus condiciones de estabilidad ambiental, los manantiales de zonas cársticas son sitios donde habita fauna relictual, rara y/o endémica (Minckley y Unmack en Abell *et al*, 2000 y Erman, 1996). En estos ecosistemas, se ha observado que cuando son más estables y duraderos, presentan una mayor riqueza de especies y es mayor la probabilidad de que contengan especies endémicas (Erman, 1996). Minckley y Unmack (en Abell *et al*, 2000) y Pérez (2004), encuentran que los manantiales son sitios pequeños y discretos, en los que su riqueza es baja. Debido a que cada manantial representa un sistema único en su riqueza y composición, por lo tanto, no pueden ser clasificados de acuerdo a sus comunidades bióticas (Pérez 2004).

Actualmente se carece de información necesaria para caracterizar la biota acuática en la mayoría de los manantiales de México, ya que no se cuenta con trabajos sistemáticos y muchos de estos sistemas acuáticos se encuentran amenazados ya que no existen las leyes que los protejan (Contreras-Balderas, 1991 y Contreras-Balderas y Lozano-Vilano, 1994 en Abell *et al*, 2000). Este trabajo tiene como interés particular

la caracterización a nivel de familia de la fauna macroinvertebrada que habita los manantiales cársticos de la Huasteca Mexicana, además de las relaciones con los parámetros fisicoquímicos de estos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo muestreos en 38 manantiales cársticos de la Huasteca Mexicana, todos asociados a la sierra madre oriental y el pie de monte (CUADRO 1 Y FIGURA 1), en los que con el uso de un analizador multiparamétrico Hydrolab 4, se tomaron los siguientes parámetros fisicoquímicos del agua: pH, conductividad, temperatura; oxígeno disuelto y salinidad. Conforme a lo recomendado por Armantrout (1998), Van der Kamp (1995) y Hobbs III (1992), se caracterizó morfológicamente e hidrológicamente a los manantiales con base en: el ancho, profundidad, velocidad máxima y promedio del flujo, tipo de abertura, hábitat y si ocurrían dentro de cuevas. Las muestras biológicas se tomaron utilizando una red acuática tipo "D", en oposición al flujo del agua, cubriendo 1.2 m². El material biológico se preservó en bolsas de plástico, con alcohol al 70%. La determinación taxonómica del material

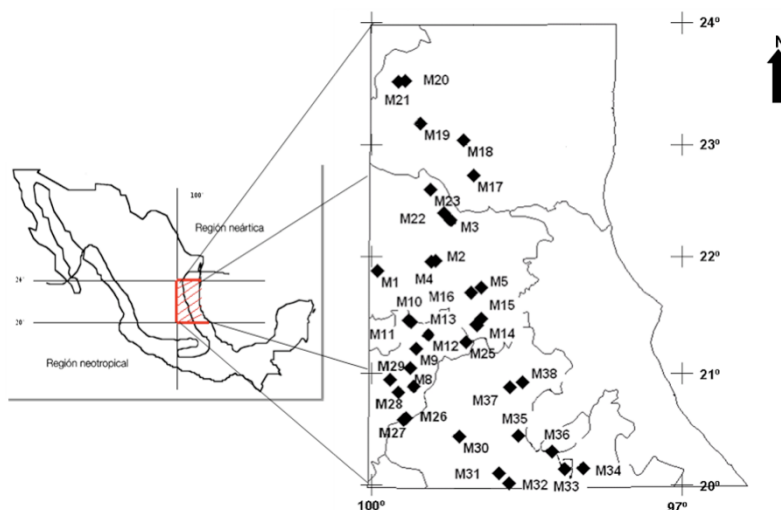


FIGURA 1. Localización de los Manantiales cársticos en la zona de estudio, los límites geográficos de la Huasteca Mexicana están definidos conforme a Puig (1991)

CUADRO 1. Localización, identificación y tipo de los manantiales cársticos de la Huasteca Mexicana considerados en el estudio.

LOCALIDAD	ID	MUNICIPIO	EDO.	LOCALIZACIÓN	ALT. (msnm)	TIPO
Charco Azul	M1	Río Verde	SLP	21°52'36" N - 99°55'33.8" O	925	Limnocreno
Agua buena	M2	Tamasopo	SLP	21°57'46" N - 99°23'35" O	370	Limnocreno
Puente de dios	M4	Tamasopo	SLP	21°57'06" N - 99°25'23.4" O	370	Reocreno
Río Coy	M5	Tanlajas	SLP	21°43'55" N - 98°58'35.2" O	65	Limnocreno
El Plátano	M8	Pinal de Amoles	QRO	21°02'05" N - 99°37'03" O	1170	Reocreno
Escanelilla	M9	Jalpan de Serra	QRO	21°12'2.6" N - 99°33'51.9" O	1200	Limnocreno
Concá	M10	Arroyo Seco	QRO	21°26'52.0" N - 99°38'02.5" O	480	Limnocreno
Hotel Misión Concá	M11	Arroyo Seco	QRO	21°25'49.6" N - 99°36'52.4" O	515	Limnocreno
Agua Fria	M12	Jalpan de Serra	QRO	21°19'28" N - 99°27'08.2" O	1285	Limnocreno
Apetzco	M13	Xilitla	SLP	21°24'07.0" N - 99°00'44.4" O	870	Limnocreno
Rancho Aguayo	M14	Xilitla	SLP	21°24'35.5" N - 99°00'55.7" O	790	Reocreno
Huichihuayan	M15	Huehuetlán	SLP	21°27'36.5" N - 98°58'34.3" O	110	Reocreno
Tambaque	M16	Aquismón	SLP	21°41'07.7" N - 99°02'28.2" O	40	Reocreno
Río Mante	M17	Cd. Mante	TAMPS	21°41.54' N - 99°02'42" O	85	Reocreno
La Florida	M18	Gómez Farías	TAMPS	23°00'8.4" N - 99°08'10.8" O	110	Reocreno
Los Encinos	M19	Palmillas	TAMPS	23°08'48.8" N - 99°32'19.8" O	1365	Estavelle
La Peña	M20	Miquihuana	TAMPS	23°30'57.4" N - 99°40'51.9" O	1765	Reocreno
Santa Lucía	M21	Bustamante	TAMPS	23°30'21" N - 99°44'31.8" O	1895	Reocreno
El Aguacate	M22	El Naranjo	SLP	22°18'36.6" N - 99°15'19.8" O	390	Reocreno
La Concha	M23	El Naranjo	SLP	22°34'26.8" N - 99°26'25.9" O	475	Limnocreno
Agua de la Peña	M25	Landa de Matamoros	QRO	21°15'43.9" N - 99°06'55.8" O	1180	Reocreno
Las Encinillas	M26	Cadereyta	QRO	20°49'43.7" N - 99°43'49.8" O	1830	Estavelle
Carricillo	M27	Cadereyta	QRO	20°48'30.3" N - 99°44'41.4" O	1860	Reocreno
El Pacifico	M28	San Joaquín	QRO	20°52'39.6" N - 99°35'9.6" O	2105	Limnocreno
El Durazno	M29	San Joaquín	QRO	20°56'4.86" N - 99°48'9.8" O	1710	Reocreno
Yolotepec	M30	Santiago de Anaya	HGO	20°26'34.4" N - 99°10'14.3" O	1935	Limnocreno
El Xico	M31	Mineral del Chico	HGO	20°02'20.9" N - 98°48'45.4" O	2325	Reocreno
Los Corrales	M32	Mineral del Chico	HGO	20°02'7.2" N - 98°43'1.6" O	2730	Reocreno
Teuhichacalco	M33	Acaxochitlán	HGO	20°09'26.46" N - 98°13'1.0" O	2150	Reocreno
La Aurora	M34	Huauhuchinango	PUE	20°09'49.4" N - 98°02'44.7" O	1465	Limnocreno
Ferrería de Apulco	M35	Metepéc	HGO	20°18'50.1" N - 98°19'47.2" O	2210	Limnocreno
Carpinteros	M36	Metzquitlán	HGO	20°26'56.6" N - 98°37'59.8" O	1900	Reocreno
Tenango	M37	Molango	HGO	20°52'03" N - 98°42'38.4" O	1415	Limnocreno
Tostlamantla	M38	Calnali	HGO	20°54'50.4" N - 98°35'43.1" O	1060	Reocreno

obtenido, se hizo a nivel de familia utilizando los criterios de Stehr (1987) y Merrit y Cummins (1996), en el caso de los insectos; y los de Penak (1989) y Thorp y Covich (1991) para los macroinvertebrados no insecta.

Con los paquetes estadísticos MVSP v. 3.01 (Kovach Computing Services 1998) JMP v. 3.2.2. (SAS Institute 1989-1997) se hicieron los análisis de componentes principales y de bloques (Cluster), para conocer la variación y posible agrupamiento de los manantiales con base en los parámetros fisicoquímicos con respecto al tipo de hábitat y abertura, que fueron determinantes en la caracterización de los manantiales

Utilizando el paquete BIODIV (Kung 1990), se analizó la estructura de la comunidad siguiendo a Magurran (1988) con base en los índices de riqueza (diversidad de Hill's), diversidad (Shannon-Weiner), equitatividad (Pielou) y dominancia (Simpson) además del índice de similitud cuantitativo y cualitativo de Sorensen. Con el paquete PC-ORD (McCune, B. y M.J. Mefford. 1999) se hizo un análisis de correspondencia sin tendencias (DECORANA), para reconocer el ordenamiento de las comunidades de macroinvertebrados con respecto a la variación ambiental determinada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se tomaron tanto los parámetros fisicoquímicos como muestras biológicas en 38 sitios, en la zona cárstica de la Huasteca Mexicana. Basado

en su tipo de salida se encontraron 17 manantiales de fractura, 14 de aberturas múltiples, 5 de una abertura y dos no determinados debido a que se encontraron entubados. Por el tipo de hábitat, se encontraron 17 manantiales de tipo limnocreno y 21 de tipo reocreno. Doce de los manantiales se encontraban dentro de cuevas, mientras que 16 tenía salida a cielo abierto. De acuerdo al tipo de hábitat sólo se encontraron manantiales de tipo reocreno y limnocreno. Las altitudes a las que fueron encontrados los manantiales fluctúan entre 40 y 2730 msnm, en parte porque la mayoría se encuentran ubicados en la Sierra Madre Oriental (FIGURA 2).

La mayoría de los manantiales se ubican en las categorías de magnitud (promedio del flujo) más bajas, sólo 5 manantiales se ubicaron en la categoría de máxima descarga (Pérez, 2004). Mattson *et al* (1995), encuentran que la mayoría de los manantiales están ubicados entre los primeros niveles de magnitud. Webb *et al* (1998), en el estado de Illinois, EUA, reporta manantiales con volúmenes de que ubican estos manantiales entre las categorías 2 y 8.

Los parámetros que caracterizaron a los manantiales, se ubican a lo largo de un gradiente altitudinal, resultado de la compleja orografía de la Huasteca Mexicana. Sus dimensiones y velocidad variaron de acuerdo al tipo de abertura y hábitat. La temperatura del agua osciló en la época de estío, entre 9 y 27.9 °C ($= 20.02$; $S = 4.92$) y en la época de precipitación entre 10.96 y 27.87 °C ($= 19.70$; $S = 4.06$), ubicándose en

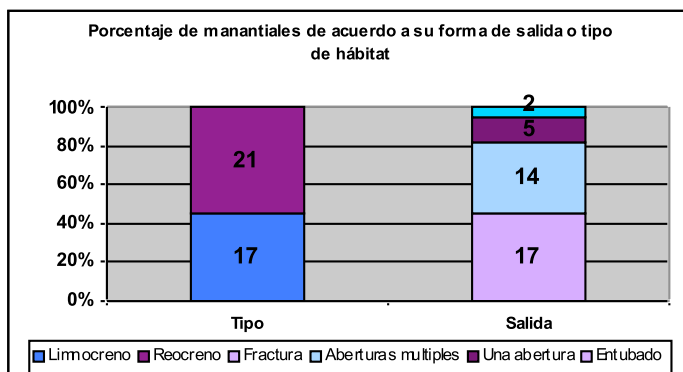


FIGURA 2. Porcentaje de manantiales de acuerdo a su tipo de salida o tipo de hábitat encontrados en la Huasteca Mexicana.

las categorías de fríos y cálidos. Los valores de la conductividad variaron de 0.02 a 1.871 mS/cm ($= 0.62$; $S = 0.45$) en el estiaje y de 0.0085 a 1.89 mS/cm ($= 0.47$; $S = 0.38$) en la época de precipitación, sin mostrar diferencias significativas entre las dos épocas. El oxígeno disuelto presenta una gran variación, los valores oscilaron entre los límites de 0 a 13.95 ppm en el estiaje ($= 5.77$; $S = 2.99$) y de 0.7 a 3.61 ppm en la época de precipitación ($= 2.38$; $S = 2.91$). El patrón general observado es una disminución significativa de casi el 50% del contenido de oxígeno disuelto en los sistemas en la época de precipitación con respecto al estiaje (Prob. $> F < 0.0001$). Estos valores representaron una saturación del 0 al 131.6% y 0.7 al 42.3% respectivamente, lo que coincide con lo encontrado por Gaskin y Bass (2000), Martínez y Pujante (1997) y Van Everdingen (1991). Las variaciones del pH, muestra que los sitios tienden a ser alcalinos, los valores en los manantiales oscilaron entre 7 y 8.73 ($= 7.69$; $S = 0.36$) en estiaje y 6.69 y 9.88 ($= 8.58$; $S = 0.61$) en la precipitación. Durante la época de estiaje los manantiales tienen valores de salinidad que oscilan entre 0 y 0.58 mg/l ($= 0.10$; $S = 0.17$) y de 0 y 0.98 ($= 0.23$; $S = 0.21$) mg/l en la época de precipitación, esta situación se encuentra en los niveles esperados en agua dulce, por lo que ninguno de los manantiales tiene una fuente de sales de importancia (Danks y Williams, 1991).

El análisis de correspondencia entre los manantiales de acuerdo al tipo de hábitat o salida que presentan, muestra que los manantiales de fractura tienden a ser de tipo reocrenos (88.23%) y los de múltiples aberturas a ser limnocrenos (80%), los de una abertura existen tres limnocrenos y dos reocrenos y los entubados tienen uno correspondiente a cada categoría ($r^2(U) = 0.3159$, prob $> \chi^2 = 0.0015$). Las diferencias significativas encontradas en las variables ambientales medidas, correspondieron con el tipo de hábitat únicamente en los siguientes parámetros: la velocidad promedio y velocidad máxima es mayor en los de tipo reocreno. En la temperatura, por tipo de manantial también hubo diferencias, siendo los limnocrenos los que presentan mayor temperatura ($= 20.02$; $S = 4.92$). Se

presentan diferencias en los análisis por tipo de salida y por tipo de manantial debido al oxígeno, siendo los de fractura y los de tipo reocreno los que tienen una mayor cantidad de oxígeno ($= 5.77$; $S = 2.99$). De acuerdo con el análisis de componentes principales, los factores que establecen las condiciones ambientales en los manantiales se agrupan en cuatro componentes que suman el 76.88 % de la variación, el primer componente(x) queda definido por: la conductividad, temperatura y la altitud, el segundo componente(y) lo definen: la velocidad promedio y la velocidad máxima, mientras que el tercer componente(z), queda definido por: salinidad y ancho del manantial y en el cuarto: pH y ancho del manantial. El análisis de agrupamiento de enlace completo (Cluster) basado en los parámetros fisicoquímicos se puede observar la formación de 6 grupos, concluyéndose que las relaciones de similitud basadas en los parámetros fisicoquímicos no se asocian con el tipo de abertura del manantial o tipo de hábitat (FIGURA 3).

De la revisión de las muestras biológicas, se obtuvieron 13,541 individuos que pertenecen a 117 familias de macroinvertebrados acuáticos, agrupadas en 26 órdenes, 10 clases y 6 phyla. El phylum con mayor riqueza fue Artropoda con 96 familias, 15 órdenes y 2 clases, seguido de Mollusca con 13 familias, 5 órdenes y 2 clases, Annelida con 5 familias, 3 órdenes y 2 clases; los phyla Nematoda, Nematomorpha y Platyhelminthes, están representadas con 1 familia, 1 orden y 1 clase cada uno (FIGURA 4). Los manantiales de la Huasteca Mexicana presentan una mayor riqueza y abundancia con respecto a otros manantiales estudiados en México (Dinger *et al*, 2005), a pesar del nivel taxonómico tomado en este estudio, sin embargo, el área muestreada en la Huasteca Mexicana es superior a la de los estudios mencionados. Debido al nivel taxonómico de este estudio, los valores de riqueza se encuentran subestimados, como lo demuestra Pérez (2004), quien determinó 101 géneros de coleópteros en la Huasteca Mexicana, distribuidas en 25 familias. Así mismo, entre los manantiales tiende a existir un bajo porcentaje de similitud, con excepción de algunos manantiales con baja riqueza en las cascadas Chur-

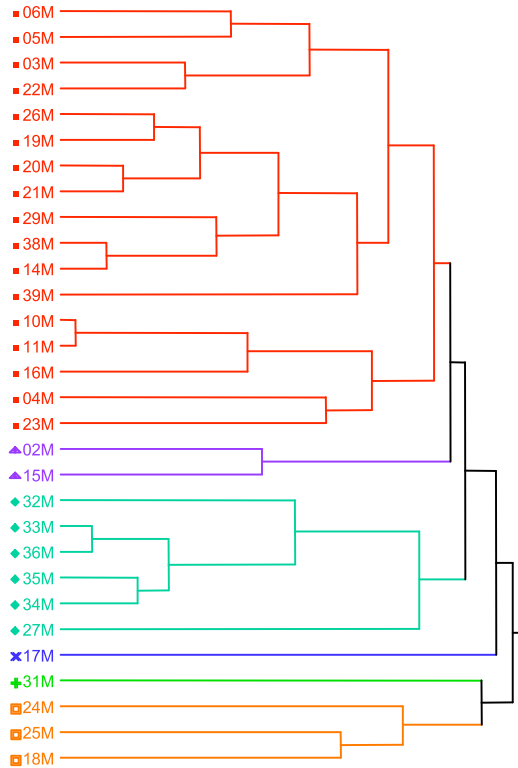


FIGURA 3. Análisis de agrupamiento por enlace completo con base en los parámetros de altitud, ancho, profundidad, velocidad promedio, velocidad máxima, temperatura, salinidad, conductividad, pH y oxígeno disuelto en los manantiales cársticos de la Huasteca Mexicana.

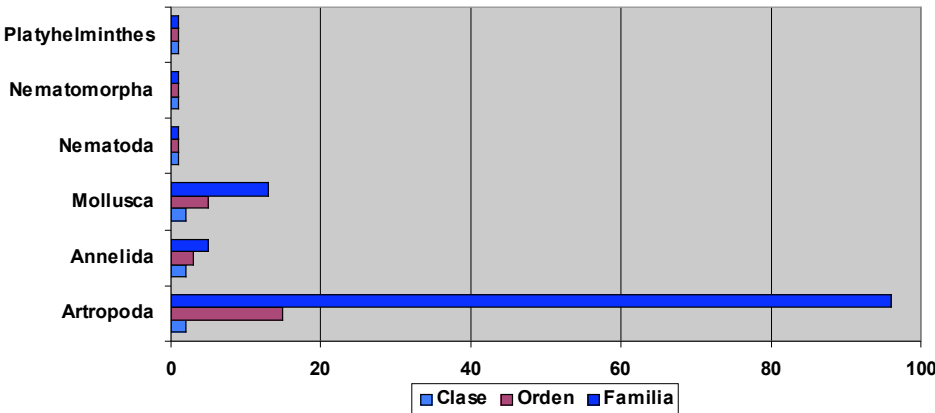


FIGURA 4. Riqueza de clases, órdenes y familias en cada phylum encontrado en los manantiales cársticos de la Huasteca Mexicana.

chill (Canadá), en los que únicamente se estudiaron quironómidos (Colbo, 1991).

Los artrópodos fueron los más abundantes con 54.02% (7255), seguidos de los moluscos con 40.58% (5,558), los anélidos con 5.15% (694), los nematodos con 0.20% (28), los plattelmintos con 0.04% (5) y los nematomorfos con 0.01% (1). Las clases más abundantes fueron Insecta (6,691) y Gastropoda (4,653). Las familias más abundantes fueron Pleuroceridae (2,791), Thiariidae (431) e Hydrobiidae (400) (Mesogastropoda), Physidae (431) (Limnophila), Unionidae (896) (Myaceae), Chironomidae (2,670) y Simuliidae (468) (Diptera), Baetidae (794) (Ephemeroptera) y Haplontaxidae (499) (Haplontaxida). Dentro de las familias encontradas las menos abundantes fueron Amphizoidae, Dryopidae, Lutrochidae y Staphylinidae (Coleoptera), Blephariceridae, Ephydriidae, Syrphidae y Tanyderidae (Diptera), Hydrometridae, Nepidae y Pleidae (Hemiptera), Nemouridae y

Perlodidae (Plecoptera), Potamanthidae (Ephemeroptera), Corydalidae (Neuroptera), Gordiidae (Gordea) y Aelosomatidae (Haplontaxida), cada una con 1 individuo. En cuanto a la diversidad que presentaron los manantiales, la mayor diversidad fue 2.74 y la menor 0.35, los lugares más equitativos con 0.93 y menos equitativos 0.19; mientras que la dominancia tuvo el valor mayor de 0.832, siendo el menor de 0.074. Fue notable que la diversidad no se encontrara correlacionada con las variables medidas, lo que corresponde con lo observado con otros autores como Calow (1992) y Pérez (2004), de igual forma no puede establecerse un patrón de asociación entre la diversidad y la ubicación geográfica de los manantiales.

De acuerdo con Gooch y Glazier (1991) los manantiales de origen cársico son dominados por Amphipoda, Isopoda y Tricladida. Los macroinvertebrados de la Huasteca son abundantes en los grupos Hydrobiidae, Physidae, Diptera y

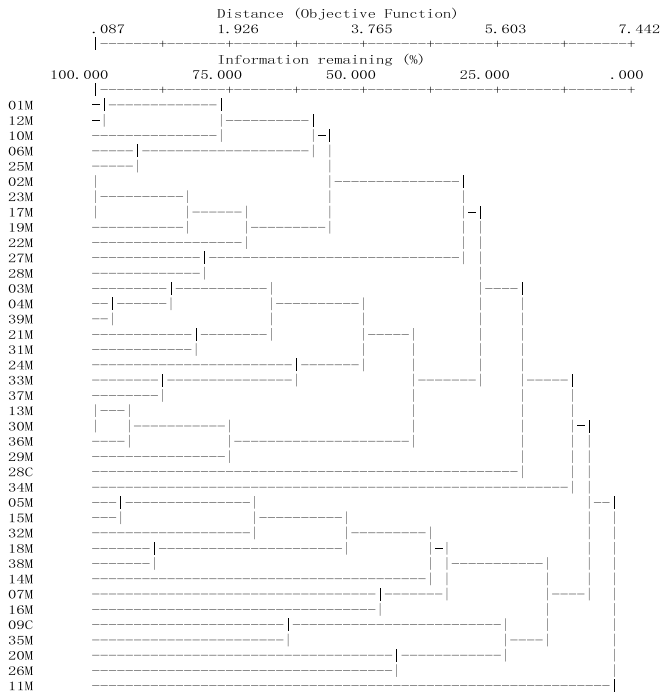


FIGURA 5. Análisis de similitud cualitativo de Sorensen utilizando el método de enlace basado en el promedio de los grupos (UPGMA)

Ephemeroptera, aunque existen también otros grupos, tales como Thiaridae, Pleuroceridae, Unionidae y Haplotaxidae. Los individuos mencionados por Gooch y Glazier (1991), se encuentran en 13 manantiales, pero no determinan la abundancia o diversidad en estos sitios

Al analizar la similitud entre los manantiales con respecto a las familias que en estos se encuentran, el índice de Sorensen cualitativo tiene una similitud máxima de 0.583 entre Agua Buena (M2) y La Concha (M23) mientras que el índice de Sorensen cuantitativo es de 0.683 entre Ferrería de Apulco (M35) y Tenango (M37). Los sitios cuya similitud es cero, en ambos índices, son Misión Concá (M11) con La Peña (M20), Carricillo (M27), El Pacífico (M28) y Acaxochitlán (M33) (FIGURA 5). En el análisis cuantitativo se separan de manera clara los manantiales La Peña (M20) y El Sabino (M19), debido a las familias dominantes en estos sitios, Haplotaxidae y Thiaridae respectivamente. En el análisis cualitativo el grupo que sale del grupo es Misión Concá (M11), en parte debido a su composición, pero también debido al grupo faltante, ya que es el único sitio que no contiene a la familia Chironomidae.

De acuerdo con el análisis de correspondencia canónica no existe una correlación entre los parámetros encontrados en los manantiales y la presencia de las familias en cada uno de estos sitios, explicándose el 22% de la variación acumulada en los tres ejes que conforman este análisis, con 9.3 en el primer eje, 6.8 en el segundo y 5.9 en el tercero. Al llevar a cabo el mismo análisis basado en los órdenes encontrados da como resultado un 34.8% de la variación acumulada, a nivel de clase aumenta al 46.6% y a nivel de phylum baja a 39.3%. Basados en este análisis no se pudo encontrar un patrón de agrupamiento entre las familias de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos que se encontraban en los manantiales. En contraste, Williams (1991) encuentra un acomodo tomando en cuenta especies de Trichoptera y Ferrington (1998) encuentra patrones de asociación influenciados principalmente por la altitud y temperatura del agua.

CONCLUSIONES

Con base en los análisis de los resultados, se puede concluir que los manantiales cársticos de la Huasteca Mexicana, son sistemas en los que las variables fisicoquímicas están correlacionadas con el tamaño y tipo del manantial, así como con la magnitud del flujo. De manera que con relación a la creación de un sistema de clasificación, las variables que pueden ser utilizadas son: La magnitud del flujo, la temperatura, la conductividad y la dureza. Así mismo desde la perspectiva biológica, se manifiestan como entidades con faunas únicas, en cuanto a su composición y estructura, por lo que los manantiales pueden ser considerados como “islas de agua”.

REFERENCIAS

- Armantrout, N.B. Compilador. 1998. Glossary: Aquatic habitat inventory terminology American Fisheries, EUA.
- Calow, P. 1992. Can ecosystems be healthy? Critical consideration of concepts. Jour. of Aqua. Ecosys. Health. 1: 1-5.
- Colbo, M.H. 1991. A comparison of the spring-inhabiting genera of Chironomidae from the Holartic with those from Natural and manmade springs in Labrador, Canada. Mem. Ent. Soc. Can. 155: 169-179.
- Danks, H.V. y D.D. Williams. 1991. Arthropods of springs, with particular reference to Canada: Synthesis and needs for research. Mem. Ent. Soc. Can. 155: 203-217.
- Dinger, E.C., A.E. Cohen, D.A. Hendrickson y J.C. Marks. 2005. Aquatic invertebrates of Cuatro Ciénegas, Coahuila, México: Natives and Exotics. The Southwestern naturalist. 50: 237-281.
- Erman, N.A. 1996. Sierra Nevada Ecosystem Project: Final report to Congress, vol. II, Assessments and scientific basis for management options. University of California, Centers for Water and Wildland Resources.
- Ferrington, L.C.Jr. 1998. Generic composition of the chironomid fauna in springs of North America. En Studies in crenobiology. The biology of springs and springbrooks. Ed.

- Botosaneanu, L. Backhuys Publishers Leiden. Holanda. Pag.: 141-155.
- Gaskin, B. y D. Bass. 2000. Macroinvertebrates collected from seven Oklahoma springs. *Proc. Okla. Acad. Sci.* 80:17-23.
- Giller, P.S. y B. Malmquist. 1998. The biology of streams and rivers. Oxford University Press. Reino Unido.
- Gooch, J. L. & D. S. Glazier. 1991. Temporal and Spatial Patterns in Mid-Appalachian Springs. *Arthropods of Springs*, With particular reference to Canada. Williams, D. D. & H. V. Danks (eds). *Mem. Ent. Soc. Can.* 155: 29-49.
- Hobbs, H.H. III 1992. Caves and Springs. En *Biodiversity of the Southeastern United States*. Eds. Corutney T. H., S. M. Adams y W. H. Martin. John Wiley & Sons, Inc. EUA. Pag.: 59-131.
- Kovach Computing Services. 1998. MultivariateStatistical Package (MVSP) v. 3.01.
- Kung, R. 1990. BIODIV. Pensoft Publishers. Bulgaria
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princenton University Press. New Jersey.
- Martínez, F. y A.M. Pujante. 1997. Estudio de la fauna de invertebrados en el río Cabriel y manantiales asociados en la provincia de Albacete. *Al-Basit: Revista de Estudios Al-bacenses*. 40: 71-107.
- Mattson, R. A., Epler, J. H., Hein, M. K. 1995. Description of benthic communities in karst, spring-fed streams of north central Florida. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 68(2): 18-41.
- McCune, B. y M.J. Mefford. 1999. Multivariate Analysis of Ecological Data. V. 4.10 MjM Software. Gleneden Beach. USA.
- Merrit, R.W. & K.W. Cummins. 1996. Introduction to aquatic insect of North America. Third edition. Michigan University. USA.
- Minckley, W.L. y P.J. Unmack. 2000. Western springs: their faunas and threats to their existence. En *Freshwaters Ecoregions of North America. A conservation assesment*. Eds. Abell, R.A., D.M. Olson, E. Dinerstein, P.T. Hurley, J.T. Diggs, W. Eichbaum, S. Walters, N. Wettengel, T. Allnutt, C.J. Loucks y P. Hedao. Island Press. EUA.
- Pennak, R. 1989. Fresh-water invertebrates of the United States. John Wiley & sons, Inc. New York, NY.
- Pérez, R.M. 2004. Patrones y procesos determinantes para el establecimiento de las asociaciones de coleópteros acuáticos en la Huasteca Mexicana. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México.
- Puig, H. 1991. Vegetación de la Huasteca, México. Estudio fitogeográfico y ecológico. Institut francais de recherche scientifique pour le developpement en cooperation (ORSTOM), Instituto de Ecología A.C. y Centre d'estudes mexicaines et centramericaines (CEMCA). México.
- SAS Institute. 1989-1997. JMP v. 3.2.2. SAS Institute Inc. USA
- Stehr, F. 1987. Inmature Insects. Kendall/Hunt. EUA
- Thorp, J.H. y A.P. Covich. 1991. An overview of freshwater habitats. Ecology and classification of North American Freshwater invertebrates. Thorp y Covich (eds.). Academic Press Inc. EUA.
- Van der Kamp, G. 1995. The Hydrogeology of Springs in Relation to the Biodiversity of Spring Fauna: A Review. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 68 suppl: 4-17.
- Van Everdingen, R.O. 1991. Physical, chemical and distributional aspects of Canadian Springs. *Mem. Ent. Soc. Can.* 155: 7-28.
- Webb, D.W., J.J. Wetzel, P.C. Reed, L.R. Philpette y T.C. Young. 1998. The macroinvertebrate biodiversity, water quality, and hydrogeology of ten karst springs in the Salem Plateau Section of Illinois, USA. En *Studies in crenobiology. The biology of springs and springbrooks*. Ed. Botosaneanu, L. Backhuys Publishers Leiden. Holanda. Pag.: 39-48.
- Williams, N.E. 1991a. Geographical and environmental patterns in caddisfly (Trichoptera) assemblages from coldwater springs in Canada. *Mem. ent. Soc. Can.* 155:107-124.