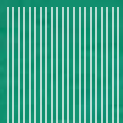


Recibido: 15.03.2018 | Aceptado: 20.05.2018

Palabras clave: Especie prioritaria,
geoconservación, patrimonio y troglobitos.

El pez ciego y su adaptación a las geoformas de la Huasteca



SALVADOR LUNA VARGAS

salvador_luna14@yahoo.com.mx

ADRIÁN GUTIÉRREZ TORRES

UNIDAD ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA ZONA HUASTECA, UASLP



La Huasteca ha sido considerada una región rica en biodiversidad y cultura que motivaron a varios científicos a explorarla en la primera mitad del siglo XX, entre ellos el ictiólogo Basil Jordan, de la Texas Aquaria Fish Company of Dallas, Estados Unidos de América, que en 1936 recolectó una nueva especie de pez, a la cual pudo llegar gracias al testimonio y acompañamiento de los nativos de la región, quienes lo condujeron durante su exploración al interior de una gruta situada al sureste de Ciudad Valles, San Luis Potosí (Hubbs e Innes, 1936).

Se introdujeron a través de estrechas galerías que los llevaron a una extensa cámara cubierta de estalactitas y estalagmitas, inmersas en cuatro pozas que captaban el agua infiltrada de la superficie, las cuales permitieron la supervivencia y adaptación de estos peces. Finalmente, en noviembre de ese mismo año, Jordan halló al extraño pez de la familia de los carácidos, que tenía la particularidad de no poseer pigmentación ni globos oculares. Dichas características fueron fundamentales para que el científico decidiera recolectar y enviar algunos ejemplares para su futuro estudio a la ciudad de Dallas, en donde se realizaron pruebas fenotípicas y de adaptación, que condujeron a plantear la hipótesis de que derivaban del pez conocido actualmente como sardinita mexicana (*Astyanax mexicanus*), el único carácido identificado hasta ese momento en la vertiente del Río Pánuco.

Ese pez se distribuye desde Texas y Nuevo México, en Estados Unidos de América, hasta las regiones fisiográficas de la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte en México; sin embargo, el pez ciego de las cavernas —también conocido como sardinita cie-

ga (*Astyanax jordani*)— sólo se distribuye en tres municipios de Tamaulipas y en 21 cuevas del municipio de Ciudad Valles, San Luis Potosí, entre las sierras de Guatemala, de Cucharas y del Abra Tanchipa, lo que lo hace una especie especialmente adaptada a los paisajes kársticos (relieves de piedra originados por la erosión) de la Huasteca.

Hábitat del pez ciego de las cavernas

Es preciso decir que el primer descubrimiento del pez ciego se realizó en la denominada Cueva Chica, cerca del poblado El Pujal en Ciudad Valles, el primero de noviembre de 1936; le siguieron otros hallazgos en las cuevas de El Arroyo y La Tinaja, en el mismo municipio, así como en la de Pachón, en el municipio de Antiguo Morelos, en el estado de Tamaulipas. A los descubrimientos anteriores fueron sumándose hallazgos en cuevas kársticas en forma de sifones, que podrían definirse como cuevas con dos extremos que sobresalen del fondo inmerso hasta el techo. Actualmente, se han encontrado más de 200 cuevas en la región, 29 de ellas han sido identificadas como hábitat del pez *Astyanax jordani*; las características se muestran en la tabla 1 (Elliott, 2016).

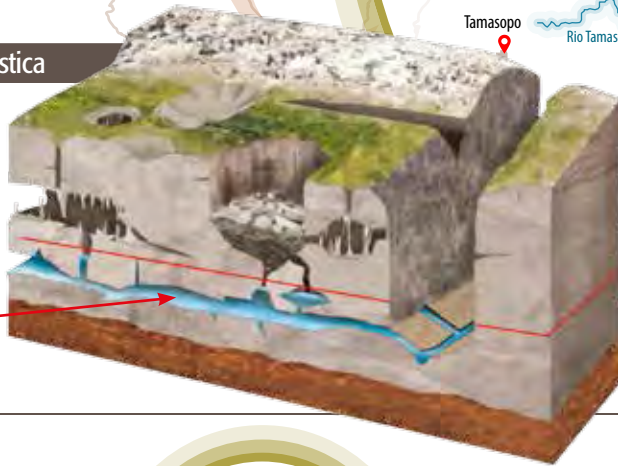
Ubicación de algunas de las **29 cuevas** que han sido identificadas como hábitat del pez *Astyanax jordani*

El hábitat del pez ciego se sitúa en los paisajes kársticos de la Huasteca potosina y tamaulipeca.



Formación kárstica

Formas kársticas en forma de sifones



Astyanax jordani

es un pez que carece de pigmentación y globos oculares que son sustituidos por tejido adiposo.



Astyanax jordani

fue publicado por primera vez como especie rara en la lista roja de la UICN en 1990, y como especie vulnerable a partir de 1996.

Ejemplares descendientes de los primeros especímenes de *Astyanax jordani* recolectados en 1936 se encuentran en los acuarios más importantes del mundo, principalmente en Estados Unidos de América, Alemania, Francia, Austria, España y Japón.

Astyanax jordani se ha convertido en una especie ornamental muy popular para los acuaristas de Estados Unidos de América y Europa occidental.

Formación de los globos oculares

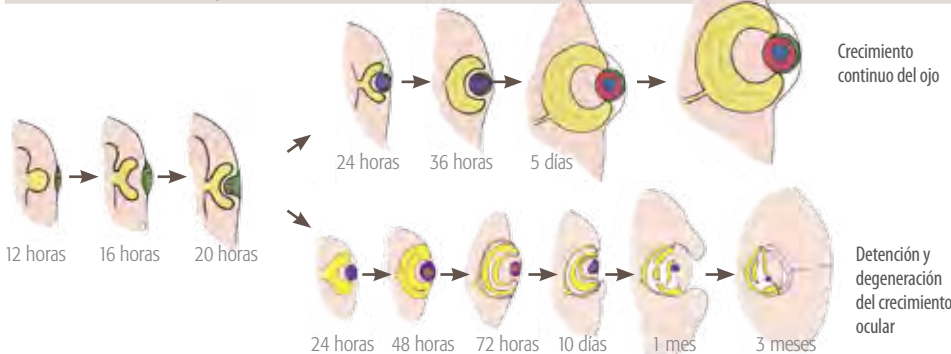


Tabla 1. Características de las cuevas en las que se han registrado poblaciones de pez ciego (*Astyanax jordani*) en San Luis Potosí y Tamaulipas.

No.	Cueva	Longitud	Elevación	Profundidad	Fondo	Municipio	Estado
1	Sótano de Jineo	302	292	144	148	Gómez Farías	Tamaulipas
2	Sótano del Molino	658	269	138	131	Gómez Farías	Tamaulipas
3	Sótano Escondido	100	303	150	153	Gómez Farías	Tamaulipas
4	Cueva de la Abeja	245	249	119	130	Ocampo	Tamaulipas
5	Sótano del Caballo Moro	285	320	211	110	Ocampo	Tamaulipas
6	Sótano de Vázquez	1500	422	277	145	Ocampo	Tamaulipas
7	Cueva de El Pachón	1000	211	8	203	Antiguo Morelos	Tamaulipas
8	Sótano del Venadito	4419	312	206	106	Antiguo Morelos	Tamaulipas
9	Sótano de Yerbaniz	2027	242	97	145	Ciudad Valles	SLP
10	Sótano de Matapalma	1722	242	86	156	Ciudad Valles	SLP
11	Sótano del Japonés	4500	243	140	104	Ciudad Valles	SLP
12	Sótano del Tigre	3000	246	162	85	Ciudad Valles	SLP
13	Sótano de La Roca	20	241	42	199	Ciudad Valles	SLP
14	Cueva de Los Sabinos	1502	239	96	144	Ciudad Valles	SLP
15	Sótano del Arroyo	7202	192	134	58	Ciudad Valles	SLP
16	Sótano de la Tinaja	4502	166	82	84	Ciudad Valles	SLP
17	Sótano del Soyate	206	293	234	59	Ciudad Valles	SLP
18	Sotanito de Montecillos	1741	190	92	99	Ciudad Valles	SLP
19	Sótano de Pichijumo	1330	158	82	76	Ciudad Valles	SLP
20	Sótano de Jos	338	176	85	92	Ciudad Valles	SLP
21	Sótano de Las Piedras	405	145	47	99	Ciudad Valles	SLP
22	Sótano de la Palma Seca	164	152	53	100	Ciudad Valles	SLP
23	Cueva de Los Otates	269	220	15	205	Ciudad Valles	SLP
24	Cueva del Río Subterráneo	475	239	32	207	Ciudad Valles	SLP
25	Cueva del Lienzo	225	236	23	213	Ciudad Valles	SLP
26	Cueva de La Curva	214	132	19	113	Ciudad Valles	SLP
27	Sótano del Toro	66	92	5	88	Ciudad Valles	SLP
28	Cueva Chica	320	68	19	49	Ciudad Valles	SLP
29	Los Cuates	400	62	22	40	Ciudad Valles	SLP

Longitud = Largo; Elevación = Altura; Profundidad= La distancia de una cueva o sótano en relación con la superficie de la tierra; Fond= Superficie sobre la cual descansa el agua del mar, un río, un estanque, etcétera.

Las cuevas identificadas hasta este momento se encuentran en la región de El Abra, que fue un arrecife calcáreo en la primera mitad de la era cretácica, (desde hace 145 a 66 millones de años aproximadamente), (Espinasa y Espinasa, 2016), pero su composición geológica se debe fundamentalmente a que el descenso del mar ocasionó la erosión química de la piedra caliza, así se formó una intensa porosidad en la región, la cual hace de la Huasteca un espacio geográfico con características únicas.

Importancia del hábitat del pez ciego

Como ya se mencionó, el hábitat del pez ciego se sitúa en los paisajes kársticos de la Huasteca potosina y tamaulipeca, aunque el área principal de influencia se ubica en la región conocida como Sierra del Abra Tanchipa, decretada como Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera (RBSAT) en 1994; así se estableció por su aporte a los elementos bióticos y abióticos que conforman un reducto de la flora y fauna neotropical en el noreste del país, además de ser una región que explica en gran medida los procesos

geológicos que sufrió la zona colindante con el Golfo de México, tomando en cuenta que en ella se realiza la recarga de los mantos freáticos y fuentes de manantiales de la región.

La Sierra del Abra Tanchipa es una región terrestre prioritaria (RTP) de México, circunscrita al Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), por ser el límite boreal de las selvas medianas, encinar tropical y del palmar, así como por su



amplia diversidad biológica. Es parte de la región denominada como Confluencia de las Huastecas, que abarca los estados de Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro, cuya característica principal es ser una zona de origen kárstico.

Dentro de los recursos principales de la Huasteca potosina se encuentran los ríos Santa María, Naranjo, Mesillas, Tamuín, Gallinas, Tampaón, Choy, Moctezuma, Ojo Frío, Amajac, Axtla y Matlapa, así como sus manantiales, cascadas y aguas hidrotermales. Esta región está clasificada dentro de las categorías de Conabio, como una región de alta biodiversidad (AAB) y como una región amenazada (AA). La Sierra del Abra Tanchipa también es un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), en la categoría G-1, que indica que el sitio contiene una población de una especie considerada globalmente amenazada, en peligro o vulnerable (según el libro rojo de Birdlife), así como en la categoría A2, por su distribución restringida, en donde se considera que el sitio mantiene un componente significativo de un grupo de especies cuyas distribuciones reproductivas lo definen como un área de endemismo de aves.



El hábitat del pez ciego se sitúa en los paisajes kársticos de la Huasteca Potosina

Otros grandes proyectos que se desarrollan en esa región son los de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), con el acompañamiento y asesoramiento de la Agencia para la Cooperación Alemana del Desarrollo (GIZ, por sus siglas en inglés), denominado Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental (CESMO), que tiene como principal objetivo gestionar el territorio con base en sus servicios ambientales, a través de la promoción del desarrollo regional sustentable. Sumado a lo anterior, se encuentra el proyecto de aspiración a Geoparque Mundial de la Unesco, el cual brinda reconocimiento a las áreas geográficas únicas y unificadas para empoderar a las comunidades locales con el propósito de promover los procesos geológicos significativos, características, periodos de tiempo y temas históricos relacionados con la geología o la belleza geológica excepcional.

De acuerdo con lo anterior, es relevante decir que el pez ciego de las cavernas juega un importante papel en el estudio, conservación y protección de la Sierra del Abra Tanchipa, pues su adaptación al medio permite entender los procesos geológicos de los paisajes kársticos de México y la Huasteca potosina. Por tal motivo, nos atrevemos a decir que el pez *Astyanax jordani* es una especie prioritaria para la conservación, ya que su relevancia radica en su interés social, cultural y científico, además representa en gran medida a los ecosistemas propios de los sistemas kársticos del noreste de México.

Ecología de las cuevas del pez ciego de las cavernas

Otro aspecto a resaltar es la ecología de las cuevas registradas en San Luis Potosí, las cuales brindan refugio y sustento a peces y otros organismos que habi-

tan en ellas; además, existen entre 30 y 60 especies terrestres que incluyen vertebrados, anfibios y murciélagos, así como entre cuatro y 10 especies de troglobios, es decir, especies que sólo habitan en cuevas. Cabe mencionar que el *Astyanax jordani* es un pez que adaptó su dieta a las condiciones subterráneas, por lo cual su principal alimento incluye guano de murciélago, parásitos internos del guano, grillos, escombros, moscas, polillas, invertebrados, crustáceos nada-dores, animales muertos e incluso otros peces de su especie (Elliott, 2016).

La adaptación de la dieta del pez ciego le permitió sobrevivir a las condiciones adversas de las cavernas; sin embargo, es importante mencionar que estos ecosistemas y sus organismos son frágiles a los elementos químicos en el agua, pues pueden llegar a ocasionar severos daños en las colonias de peces que habitan en las cavernas. Además, la extracción de ejemplares y de agua son causantes de la disminución de las po-

blaciones. Incluso la NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina las especies nativas de México con valor científico y cultural bajo alguna categoría de riesgo, incluye a la sardina ciega en la categoría de Especie Amenazada, y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) la considera una especie vulnerable en su Lista Roja de Especies Amenazadas.

Por esta razón, se insta a generar mayores esfuerzos en el estudio del pez ciego de las cavernas, ya que sus condiciones especiales son determinantes para explicar la distribución de la vida en la tierra a partir de los sitios de interés geológico, mejor conocidos como geositos “que refieren localidades clave cuyas características permiten reconocer y comprender las etapas evolutivas de una localidad, de una región, o de la tierra misma en su conjunto” (Palacio, 2016, p. 11). Esto permitirá, de alguna manera, conservar el geopatrimonio a través del aprovechamiento de estos si-

tios, con fines de investigación científica, actividades educativas y el geoturismo.

Controversia evolutiva del pez ciego de las cavernas

Es preciso decir que este pez ha sido punto de debate entre científicos de diversas latitudes, ya que algunos lo consideran —cuando mucho— como una subespecie y no como una especie distinta a *Astyanax mexicanus*; entre ellos, el doctor Robert Rush Miller (2009), autoridad en peces de agua dulce de México y un referente internacional, quien mencionó que aún no se han detectado diferencias cromosómicas ni bioquímicas y que existe, además, hibridación natural entre el ancestro oculado de superficie y algunas poblaciones cavernícolas sin ojos, con muchos intermedios (intergrados) en las cuevas con efluentes.

Cabe mencionar que este pez ha sido abordado en diversas fuentes como *Astyanax mexicanus*, *Anoptichthys jordani*, *Astyanax fasciatus*, *Astyanax jordani* y





SALVADOR LUNA VARGAS

Licenciado en Turismo
Sustentable por la Unidad
Académica Multidisciplinaria
Zona Huasteca de la UASLP.
Maestro en Administración e
Innovación del Turismo por el
Instituto Politécnico Nacional.
Actualmente es Jefe del
Departamento de Promoción y
Transferencia de Metodologías
del Centro de Incubación de
Empresas de Base Tecnológica
del IPN.



Astyanax hubbsi, y que *mexicanus* es la principal nomenclatura para describir al pez ciego de las cavernas; sin embargo, en México se describe como *Astyanax jordani* para diferenciar al pez troglobio de superficie. Gracias a los estudios, en 2006 se descubrió al fin el gen del albinismo y en 2014 fue publicado el genoma del pez ciego.

Características distintivas del pez ciego

De acuerdo con algunos autores, entre sus principales características se encuentran: *a)* la capacidad para acumular grandes cantidades de triglicéridos, *b)* mantener una menor tasa metabólica basal durante periodos ricos en alimentos, y *c)* utilización secuencial de sustratos de energía durante el ayuno.

Recientemente, los análisis del locus (lugar específico del cromosoma donde está localizado un gen u otra secuencia de ADN) de rasgos cuantitativos (QTL), clarificaron aún más la estructura de los rasgos simples y complejos, así se determinó la riqueza e información de los misterios evolutivos, que incluyen las secuencias genómicas. Por su parte, el perfil de transcriptoma ha revelado que diversos patrones de expresión génica subyacen a muchos fenotipos asociados a cuevas (Gross y Wilkens, 2013).

Conclusión

Si bien la Huasteca es una región de amplia biodiversidad y cultura, hoy en día es un territorio altamente vulnerable a la degradación ambiental, causada principalmente por las actividades humanas que se relacionan directa e indirectamente con el uso y extracción del agua, lo cual pone en peligro no sólo al pez ciego de las cavernas, sino a todos los organismos acuáticos de una de las cuencas de mayor importancia y con

mayor número de especies de peces en México, por su alto porcentaje de endemismos que se derivan de factores como: *a)* su ubicación geográfica de transición, entre la región Neotropical y la región Neártica, *b)* la adaptación de varios grupos marinos a las corrientes de agua dulce, y *c)* la gran diversidad geológica de la región (geodiversidad).

Por esa razón se vuelve urgente la conservación, no sólo de la diversidad biológica y cultural, sino también del patrimonio geológico (geopatrimonio), así como su uso sustentable a través de la educación, el turismo en sitios con valor estético y cultural (geoturismo) y el aprovechamiento de los sitios con valor científico, que poseen características especiales por los que deben ser protegidos, como es el caso del hábitat del pez ciego, que aún puede aportar muchos elementos para la investigación científica sobre la adaptación y evolución de las especies. Sólo de esta manera podremos comprender y entender el pasado y presente de la Huasteca para definir los futuros compromisos que habrán de tomarse rumbo a un desarrollo sustentable.

Referencias bibliográficas:

- Elliott, W. (2016). Cave Biodiversity and Ecology of the Sierra de El Abra Region. In A. Keene, M. Yoshizawa, y S. McGaugh, *Biology and Evolution of the Mexican Cavefish*, pp. 59-76. San Diego: Elsevier.
- Espinasa, L. y Espinasa, M. (2016). Hydrogeology of Caves in the Sierra de El Abra Region. En Keene, A., Yoshizawa, M. y McGaugh, S. *Biology and Evolution of the Mexican Cavefish*, pp. 41-58. San Diego: Elsevier.
- Gross, J. y Wilkens, H. (2013). Albinism in phylogenetically and geographically distinct populations of *Astyanax* cavefish arises through the same loss-of-function *Oca2* allele. *Heredity*, 111, pp. 122-130.
- Hubbs, C., e Innes, W. (1936). The First Known Blind Fish of the Family Characidae: A New Genus from Mexico. *Occasional Papers of the Museum of Zoology*, 342, pp. 1-10.
- Palacio, J. L. (2016). *Patrimonio geológico y su conservación en América Latina: Situación y perspectivas nacionales*. DF: UNAM, Instituto de Geografía.