

January 2001

## Propuesta de Modificación de la Lista de Especies en Riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001

Follow this and additional works at: [https://digitalcommons.usf.edu/kip\\_articles](https://digitalcommons.usf.edu/kip_articles)

---

### Recommended Citation

"Propuesta de Modificación de la Lista de Especies en Riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001" (2001).  
*KIP Articles*. 4233.

[https://digitalcommons.usf.edu/kip\\_articles/4233](https://digitalcommons.usf.edu/kip_articles/4233)

This Article is brought to you for free and open access by the KIP Research Publications at Digital Commons @ University of South Florida. It has been accepted for inclusion in KIP Articles by an authorized administrator of Digital Commons @ University of South Florida. For more information, please contact [digitalcommons@usf.edu](mailto:digitalcommons@usf.edu).

Propuesta de Modificación de la Lista de Especies en Riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001

(Inclusión de *Speleonectes tulumensis* a la Lista de Especies en Riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2005)



## 1. Responsables de la propuesta

### **Dra. Escobar-Briones Elva**

Institución: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Dirección: Apdo. Postal 70-305, Ciudad Universitaria. México D.F., 04510

Teléfono: 56225835; 5622.5841; fax 56160748

Dirección electrónica: escobri@icmyl.unam.mx

### **Biol. Torres-Talamante Olmo**

Institución: Facultad de Ciencias, UNAM.

Dirección: Abasolo 269 int. 55 Col. Tepepan, delegación Xochimilco C.P. 16020.

Teléfono: 56752368

Dirección electrónica: ulmusacuaticus@hotmail.com

## 2. Nombre científico válido: *Speleonectes tulumensis*. Yager, 1987

Nombres científicos sinónimos: No hay

Nombres comunes: Remipedio

Motivos específicos de la propuesta: Especie endémica, amenazada por actividades turísticas y de desarrollo urbano en la región, de distribución limitada al ser única especie que habita en la masa de agua marina de los sistemas anquihalinos, de acuerdo con las definiciones de la norma vigente su abundancia cae en la clasificación de especie rara, y en el marco del conocimiento científico es la única especie de crustáceo troglobio de origen pangéico cuya posición en la clasificación taxonómica se encuentra en discusión al ser multisegmentada y no conocerse su ciclo de vida totalmente. En el área de estudio se sugiere considerarla como una especie en peligro de extinción ya que: 1) El área de distribución en el noreste de la península de Yucatán es menor al 2% del territorio mexicano; 2) su hábitat se puede clasificar como extremo; 3) el hábitat esta impactado y sometido a estrés por la creciente urbanización y turismo; escaso o nulo tratamiento de aguas residuales que es inyectado al agua subterránea en particular al agua marina de los sistemas kársticos; inadecuado manejo de residuos sólidos, cambio de uso de suelo, pérdida de cobertura forestal, y fraccionamiento de ecosistemas con consecuente aislamiento del flujo de las aguas resultando en la pérdida de hábitat; 4) Su designación como especie en peligro de extinción en México promoverá que sus requerimientos y vulnerabilidad sean considerados en los procesos de toma de decisiones relacionadas a proyectos que afecten los ecosistemas anquihalinos, en particular con la masa de agua marina subyacente y, en general en el acuífero del noreste de la península de Yucatán.

### 3. Distribución de la especie en territorio mexicano.

*Speleonectes tulumensis* es una especie endémica (Escobar y Yager, 2001), troglobia de sistemas anquihalinos de Quintana Roo. Cuenta con un único registro en el país, cenote “Car Wash” (Aktun-Ha) Quintana Roo (Yager, 1987) aunque ocurre en otras localidades en sistemas anquihalinos de Quintana Roo (Fig. 1), que se han documentado a partir de avistamientos y registros técnicos inéditos.

La especie, a diferencia de otras especies troglobias de la Península de Yucatán, solamente habita la masa de agua marina. Así mismo es la única de todas de ellas con un patrón de ocurrencia pangéico.

Dado que la península de Yucatán tiene un área de 39,340 km<sup>2</sup> lo que representa el 2% de la República Mexicana, a la vez la zona costera continental en la cual se reportan los avistamientos de esta especie reduce aún más su ocurrencia. Con base en el **Criterio A del MER** la especie presenta una distribución menor a 5% del territorio nacional lo cuál la clasifica dentro de una distribución y gradación **MUY RESTRINGIDA**.

**Valor del Criterio A: 4 (Muy Restringida)**

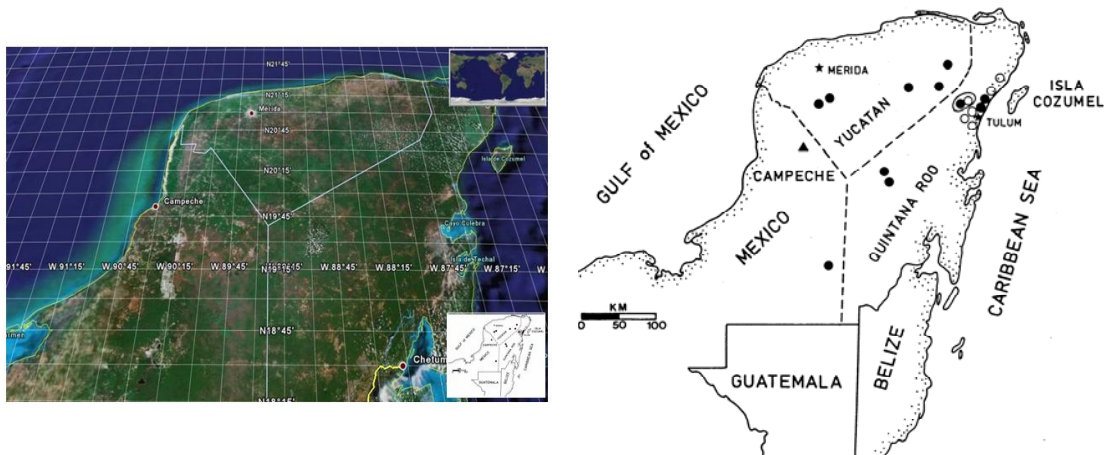


Fig. 1. Área de distribución geográfica de *Speleonectes tulumensis* en el territorio mexicano (NE península de Yucatán). Los puntos sólidos señalan avistamientos de *Typhlatya pearsei* y *Typhlatya mitchelli*, los puntos blancos señalan avistamientos de *Speleonectes tulumensis*, el triángulo señala avistamientos *Typhlatyas campechae*.

#### 4. Justificación técnica científica de la propuesta.

##### **a) Análisis diagnóstico del estado actual que presenta la especie**

La información existente es limitada por lo extremo de las condiciones en que ocurre, lo que ha reducido los censos para determinar con exactitud el tamaño de la población, demografía y estructura genética. De los registros inéditos existentes se sabe que el hábitat de la especie es la masa de agua marina subterránea en el sector noreste de la Península de Yucatán en los sistemas anquihalinos (Escobar y Yager, 2001). La cuña de agua salina incrementa su profundidad con distancia hacia el interior del continente, lo que impide realizar inmersiones para establecer la ocurrencia de la especie. Los registros existentes están limitados a la ocurrencia de la cuña de sal en la zona costera dentro del límite de buceo con mezclas. Con la distancia a la costa la población de esta especie es más dispersa, resultando en una abundancia menor y dificulta los avistamientos.

La distribución actual del género se restringe a Bahamas (Gran Bahama, islas Abaco, Andros, Cat, Exumas y San Salvador), Islas Canarias (Lanzarote), Belice (Escobar y Yager, 2001), Cuba (Yager, 1994) y México (Quintana Roo) (Yager, 1987). Cada isla presenta especies endémica y en cada localidad se ha protegido al hábitat por su importancia evolutiva. Los avistamientos de *Speleonectes tulumensis* reconocen que la abundancia de esta especie es menor en comparación con la especie de remipedio *Godzillioptomus frondosus* en Bahamas (Escobar y Yager, 2001).

Sobre el hábitat de *Speleonectes tulumensis*: El acuífero de la península de Yucatán se caracteriza por alta permeabilidad lo que lo hace intrínsecamente vulnerable a contaminación (Doehring y Butler, 1974; Marín y Perry, 1994). Los ecosistemas anquihalinos se caracterizan por la presencia de dos masas de agua, una dulce y una de agua salina de origen marino que ingresa a manera de cuña al interior del continente y que presenta una profundidad mayor con distancia de la costa. La estratificación generada por la diferencia de densidades de estas dos masas de agua presenta procesos biogeoquímicos complejos (denitrificación, metanogénesis y reducción de azufre) cuyos equilibrios químicos, por la concentración de oxígeno disuelto reducida ( $3 \text{ a } <1 \text{ mg L}^{-1}$ ) y natural, es frágil e involucra consorcios de bacterias quimiolitotróficas y

quimioautotróficas (Pohlman et al. 2002). Lo anterior le confiere características de hábitats extremos donde el balance biológico para la subsistencia de organismos es crucial. El establecimiento y continuidad temporal de las condiciones de estratificación y los procesos asociados, son fundamentales para la comunidad del remipedio (Humphreys 1999). En la frontera de la masa de agua dulce y salina del hábitat de *Speleonectes tulumensis* se presentan asociaciones faunísticas troglobias que incluyen anfípodos, termosbanáceos, decápodos, misidáceos, isópodos y el pez ciego *Ogilbia pearsei* (Yager, 1987). Algunas de ellas son especies protegidas bajo las categorías A (*Creaseria morley*, *Creaseriella anops*, *Thyphlatya pearsei*, *T. mitchelli*) y \*P (*Ogilbia pearse* y *Ophisternon infernale*) de las cuales tenemos igual conocimiento incipiente como el remipedio a pesar de que en la mayoría de los casos se trata de especies dulceacuícolas.

Los ecosistemas anquihalinos están siendo impactados y sometidos a estrés principalmente por la creciente urbanización, asociada a la industria del turismo; escaso o nulo tratamiento de aguas residuales; inadecuado manejo de residuos sólidos, cambio de uso de suelo y pérdida de cobertura forestal, resultando en la pérdida de hábitat (Doehring y Butler, 1974; Marín y Perry, 1994; Schmitter-Soto et al. 2002; Marín et al. 2004). En este contexto y de acuerdo al **Criterio B del MER**, el estado del hábitat de *Speleonectes tulumensis* en el NE de la península de Yucatán se considera actualmente día con día como **HOSTIL Y MUY LIMITANTE**.

**Valor del Criterio B: 3 (Hostil o Muy Limitante)**

Al ser un organismo troglobio presenta un grado de especialización alto. *Speleonectes tulumensis* se ha reportado en profundidades entre 24 y 80 m (límite del buceo con mezcla) aunque puede llegar a ocurrir a mayor o menor profundidad siguiendo el contorno del agua marina (salinidad de 33.9 a 34.1), temperatura entre 25.6-26 °C y concentración de oxígeno disuelto de 3 a <1 mg L<sup>-1</sup> (Escobar y Yager, 2001). Aparentemente se alimenta en la haloclina de camarones del género *Thyphlatya* (Schram, 1986) y complementa su dieta con materia orgánica derivada de quimiosíntesis (Pohlman, 2002). Siendo la posición trófica de esta especie en los niveles altos de la trama alimentaria, el riesgo de extinción por afectación al hábitat es aún mayor ya que son los niveles tróficos más elevados los que son siempre afectados primero y desaparecen de los ecosistemas.

La problemática que afecta a esta especie y por la cual se fundamenta esta solicitud se atribuye a que en las zonas de desarrollo urbano, industrial y turístico en el corredor turístico, la inyección de aguas negras se lleva a cabo por debajo de la masa de agua dulce (manto freático de importancia) para uso humano y riego y en contraste afecta día con día el ecosistema marino subyacente que presenta una menor capacidad de renovación y cuya concentración de oxígeno disuelto es consumida actualmente por la remineralización de la materia orgánica contenida en las aguas negras inyectadas. De acuerdo con el conjunto de factores mencionados, relacionados con la historia de vida, intervalos de tolerancia, parámetros fisicoquímicos, grado de especialización, la vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón, **Criterio C del MER**, corresponde a **VULNERABILIDAD MEDIA**.

**Valor del Criterio C: 2 (Vulnerabilidad Media)**

(PARA MAYOR DETALLE VER ANEXO HABITAT: SISTEMAS ANQUIHALINOS)

#### **b) Relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica**

En cuanto a la relevancia ecológica *Speleonectes tulumensis* es una especie troglobia, endémica de sistemas anquihalinos en Quintana Roo que habita la masa de agua marina (Hessler y Yager, 1998; Escobar y Yager 2001) y ocupa un nivel alto en la trama alimentaria de dichos ecosistemas (Escobar y Yager 2001; Pohlman, 2002; Schmitter-Soto et al. 2002). Las tramas alimenticias de los sistemas anquihalinos son frágiles y fáciles de alterar, principalmente en sus niveles superiores (Schmitter-Soto et al. 2002). Esta especie es de las pocas, junto con especies en ambientes del talud continental adaptada a vivir en condiciones que fluctúan de 3 a  $<1$  mg L<sup>-1</sup> de oxígeno disuelto (hipóxicas) y para lo cual cuenta con como raras especies del reino animal con hemocianina como pigmento que le facilita la captura de oxígeno para su supervivencia. Asociadas a su exoesqueleto se han descrito especies nuevas para la ciencia de protozoarios epizoides que habitan el integumento (Yager, 1987) así como nuevas especies de ciliados apostomátidos que habitan la cutícula (Felgenhauer et al. 1992) y las cuales pueden ser un nuevo mecanismo de asociación simbiótica aún no estudiada pero que ocurre de manera similar como se ha descrito para otros invertebrados de zonas de oxígeno mínimo (Gillan y Dublier, 2004; Blazejak et al. 2005).

La información existente de recolectas de campo ha mostrado que cada individuo remipedio es hermafrodita. Información sobre el desarrollo de estadios tempranos (larvas o juveniles) es desconocida a la fecha y se ha postulado el desarrollo directo como posible estrategia



reproductiva del grupo (Escobar y Yager, 2001) lo cual implica una capacidad de dispersión muy limitada y una variabilidad genética probablemente baja. La dieta de la especie se conoce se observaciones limitadas y se le ubica en el nivel trófico más elevado (Escobar y Yager, 2001, Pohlman, 2002) alimentándose de camarones del género *Thyphlatya* (Schram, 1986) las cuales se han reconocido bajo categoría A en la NOM-059-2001.

(PARA MAYOR DETALLE VER ANEXO: BIOLOGÍA Y TAXONOMÍA)

La relevancia taxonómica de *Speleonectes tulumensis* reside en que representa la única especie de remipedio continental para la cuenca del Atlántico, las demás especies son insulares y *Lansionectes exleyi* ocurre en Australia, generando una distribución pangéica disyunta (Lange y Schram, 2004). Con base en Koenemann y colaboradores (2003) representa un aislado periférico de la distribución pangéica original. *Speleonectes tulumensis* es un endémico en los nivel taxonómicos de especie, género, familia, orden y clase para México, única en todos sentidos.

Los remipedios son crustáceos primitivos (Lange y Schram, 2004). La filogenia morfológica como molecular (18S ADNr) y la combinación de caracteres primitivos lo colocan en uno de los pocos crustáceos ancestrales existentes a nivel mundial. Esta especie se le ha relacionado con la especie *Tesnusocaris goldichi* del orden Enantiopoda del Carbonífero conocida únicamente por su registro fósil en la formación Tesnus en Texas (Schram 1983,1986, Yager 1986). La distribución disyunta de este ancestro sugiere su origen en la zona costera de la Pangaea y el mar de Tethys (Schram, 1986). Los remipedios se consideran componentes faunísticos relictos, separados por vicarianza de la población original (Yager y Humphreys, 1996).

(PARA MAYOR DETALLE VER ANEXO: BIOLOGÍA Y TAXONOMÍA)

La especie no es ni ha sido utilizada tradicionalmente, por el acceso difícil al hábitat, la talla pequeña y no presenta relevancia cultural conocida en la localidad. Tampoco se han realizado sobre ella medidas de conservación o manejo por el desconocimiento de su existencia y falta de conciencia de poblaciones en sistemas anquihalinos, ni se considera su existencia en los procesos de toma de decisiones relacionadas a proyectos que afectan directa o indirectamente la conservación de sus poblaciones o hábitat. Se han hecho esfuerzos limitados para introducirlos en la enseñanza básica.

Directamente la especie carece de relevancia económica, a excepción de la relevancia científica en la comunidad de especialistas de cuevas a nivel mundial. Indirectamente la relevancia económica incide en el conflicto existente con usos urbano, industrial y turístico en la inyección de aguas negras a un ecosistema prístino y frágil como es la masa de agua marina subterránea. En el marco turístico el conflicto se suscita por buceo y recolección sin permisos de ejemplares



de esta especie, el costo por un buceo en cuevas puede llegar a ser mayor de \$90 USD, se desconoce la posibilidad del uso para fines de biorremediación o biotecnológico que esta especie pueda tener y que México u otros países puedan patentar. Los cenotes y sistemas anquihalinos son un atractivo turístico importante con visitas de miles de personas al año. En el marco científico extranjeros como el Dr. Tom Iliffe de Texas A & M en Galveston han estado recolectando un número elevado de ejemplares, bajo el auspicio de la Colección Nacional de Crustáceos del I. de Biología, los cuales no han sido depositados en colecciones nacionales sino en laboratorios de otros países limitando la posibilidad de conocer la biología de esta especie y ser estudiada por la comunidad nacional.

### **c) Factores de riesgo reales y potenciales**

El modelo económico-social de desarrollo planteado para la costa de Quintana Roo (Gobierno de Quintana Roo, 2001) y su magnitud para los próximos años. La presión actual sobre los ecosistemas derivada de la fragmentación del hábitat, contaminación, cambio del uso del suelo asociada a la actividad humana y la tendencia que genera sobre el acuífero, el impacto de la actividad humana sobre *Speleonectes tulumensis* con base en el **Criterio D del MER** puede considerarse **MEDIO**.

#### **Valor del Criterio D: 3 (Impacto Medio)**

- Vulnerabilidad del hábitat al impacto antropogénico (Escobar y Yager, 2001; Humphreys, 1999) ya que la masa de agua suprayacente constituye la única fuente de agua potable en toda la península (Doehring y Butler, 1974; Marín *et al.* 2004; Schmitter-Soto *et al.* 2002) por la naturaleza kárstica el acuífero es altamente permeable y la inyección de aguas negras a la masa de agua profunda hacen intrínsecamente susceptible a la contaminación por actividades antropogénicas (Doehring y Butler, 1974; Marín y Perry, 1994) y la presión sobre el acuífero por urbanización, desarrollo industrial y turístico acelerado en la región (INEGI 2005, Marín y Perry, 1994, Schmitter-Soto *et al.* 2002; Marín *et al.* 2004).
- Inyección de aguas residuales con escaso o nulo tratamiento principalmente por la creciente urbanización, asociada a la industria del turismo.
- Inadecuado manejo de residuos sólidos,
- Eutrofización por descargas e inyección de desechos orgánicos disueltos domésticos, de la industria hotelera, pecuaria y agrícola carente de tratamiento. El aumento de materia

orgánica y su descomposición conllevan a condiciones de anoxia. El Tiradero de basura del Centro de Población Tulum se encuentra a 800 m de la entrada principal del cenote “Car Wash” (Aktun-Ha), localidad tipo.

- Falta de plan de manejo sustentable para las actividades de espeleobuceo, que generan montos de divisas importantes en la región. Esta actividad promueve extracción de fauna troglobia endémica y depredación asociada por fauna carnívora del cenote (*Astianax mexicanus*), que accede a la sección de la cueva gracias a las luces de los buzos (Schmitter-Soto et al. 2002). Alteración de la estratificación --estructura fisicoquímica y biogeoquímica-- por el paso de los buzos entre masas de agua que provoca mezcla turbulenta, desagrega las biopelículas bacterianas y por el aire exhalado que cambia las concentraciones de los gases disueltos y química del ecosistema (Humphreys, 1999).
- Cambio de uso de suelo y desmonte de la selva ocasionando pérdida de cobertura forestal. Este factor que promueve erosión, deposita el material en el acuífero vía cenotes –ventanas del sistema anquihalino a la selva (Alvarez et al. 2000) y resultando en la pérdida de hábitat.

#### **d) Análisis pronóstico de la tendencia de la población**

El deterioro del hábitat ha venido acarreado como consecuencia estrés ecológico en las poblaciones de *Speleonectes tulumensis*, aislamiento del hábitat y reducción de las poblaciones, reducción de la diversidad genética y compromiso de la viabilidad de la especie, conllevando a su potencial extinción.

Esta especie de origen pangéico y endémica a los sistemas anquihalinos de Yucatán se encuentra en peligro de desaparecer en el corto y mediano plazo del territorio mexicano de continuar operando los factores arriba mencionados y que inciden negativamente sobre el hábitat con la disminución en la abundancia de la especie, por lo cual y con el mismo sustento de las otras especies troglobias en el área se solicita sea incluida en la Lista Mexicana de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT) como **especie en peligro de extinción**.

Esta propuesta es avalada por el puntaje total alcanzado por la especie al aplicarse los criterios establecidos en el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las

Especies Silvestres en México (MER). Considerando la información vertida en los párrafos anteriores, *Speleonectes tulumensis* alcanza a través del MER un total de 12 puntos (A = 4; B =3; C = 2; D = 3), puntuación que de acuerdo Anexo Normativo I de la NOM-059-SEMARNAT-2001 es suficiente para justificar su designación como ESPECIE EN PELIGO DE EXTINCIÓN.

#### **e) Una propuesta general de medidas de seguimiento**

Desarrollo de un plan de manejo sustentable del acuífero, en el marco del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio, el cual debe de contemplar el estricto apego a la Normatividad ambiental sobre descargas de aguas residuales, principalmente NOM-CCA-026-ECOL/2001 (de restaurantes o de hoteles), NOM-CCA-016-ECOL/2001 (de industria de bebidas gaseosas).

Así como del Título 25° del Código Penal Federal referente a los Delitos contra el Ambiente y la Gestión Ambiental, artículos 416 y 420.

Desarrollo de un plan de manejo forestal como medida preventiva del desmonte de la selva.

Propuesta de regulación de las emisiones y reducción de la fragmentación del hábitat por incomunicación en el sistema de redes subterráneas en el sistema anquihalino.

Limitación al crecimiento de la mancha urbana y/o cambio de uso de suelo, mediante el POET y el apego con dicho programa por parte del Plan Director de Desarrollo Urbano Centro de Población Tulum 2028.

Regulación en la actividad de espeleobuceo.

Normar la recolecta de fauna y microflora por científicos extranjeros en apoyo a estudios que permitan tener información más detallada para ésta y otras especies troglobias de la región.

(VER ANEXO: CONSERVACIÓN)

**f) Referencias informes o estudios que dan fundamento teórico y sustento.**

Alcocer J., A. Lugo, M. R. Sánchez, E. Escobar y M Sánchez, 1999. Bacterioplankton from cenotes and anchialine caves of Quintana Roo, Yucatan Peninsula, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 47: 73-80

Alvarez F., J. Alcocer, E. Escobar-Briones. 2000. Sistemas anquihalinos en México. *Ciencia y Desarrollo Nov/Dic. Vol. XXVI. N° 155* 1-10 pp.

Blazejak, A., C. Erseus, R. Amann & Nicole Dubilier. 2005. Coexistence of Bacterial Sulfide Oxidizers, Sulfate Reducers, and Spirochetes in a Gutless Worm (Oligochaeta) from the Peru Margin. *Applied and Environmental Microbiology* 71(3): 1553–1561

Doehring D.O. y Butler J.H., 1974. Hydrogeologic Constrains on Yucatán`s Developmen. *Science* 186(4164): 591-595.

Danielopol D.L. 1990. The origin of the anchialine cave fauna – the “deep sea” versus the “shallow water” hypothesis tested against the empirical evidence of the Thaanatocypridae (Ostracoda). *Bijdragen tot de Dierkunde* 60: 137-143

Escobar, E. y J. Yager. 2001. Remipedia. En: J. Llorente-Busquets, J.J. Morrone & H. Ponce Ulloa (Comp.) *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de Mexico: Hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM, CONABIO. México. pp. 279-290

Felgenhauer, B.E., L.G. Abele y D.L. Felder. 1992. Remipedia. En: Harrison F.W. y Humes A.G. (Eds) *Microscopic anatomy of invertebrates Vol. 9 Crustacea*. Wiley.Liss. Nueva York. Pp. 225-247

Gaona- Vizcayno, S., T. Gordillo A. y M. Villasuso-Pino, 1980. Cenotes, Karst Caracteristico: Mecanismos de Formación. *Revista Instituto de Geología. UNAM.* 4(1) pp. 32-36

Gillan, D. C. y N. Dubilier. 2004. Novel Epibiotic *Thiothrix* bacterium on a marine Amphipod. *Applied and Environmental Microbiology* 70(6): 3772–3775

Gobierno de Quintana Roo, 2001. Programa de Director de Desarrollo Urbano 2001-2026. 120 p.

Hessler, R. R. y J. Yager. 1998. Skeletomusculature of trunk segments and their limbs in *Speleonectes tulumensis* (Remipedia). *Journal of Crustacean Biology* 18(1): 111-119

Humphries, W.F., A. Poole, S.M. Eberard y D. Warren. 1999. Effects of research diving on the physico-chemical profile of Bundera Sinkhole, an anchialine remipede habitat at Cape Range, Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 82: 99-108

Iliffe, T.M. 1992. An annotated list of the troglobitic anchialine and freshwater cave fauna of Quintana Roo. pp. 197-215 En: *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México, Vol. II*, D. Navarro y E. Suárez-Morales (Eds.), Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal, Q.R., México, pp 382

INEGI 2005. [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

Lange, S. y F. R. Schram. 2004. Evolución y filogenia de los crustáceos. En: Llorente Bousquets J.E., J.J. Morrone, O. Yañes Ordoñez, I. Vargas Fernández (Eds). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. IV. CONABIO-UNAM. México. Pp. 93-111

Marín, L. E. y E. C. Perry. 1994. The hydrology of and contamination potential of northwestern Yucatán, México. *Geofísica Internacional* 33(4): 619-623.

Marín S. L. E., Pacheco A. J. G. y R. R. Méndez. 2004. Hidrogeología de la Península de Yucatán. En: Jiménez B. y Marín L. (eds.) 2004. *El agua en México vista desde la Academia*. Academia Mexicana de Ciencias. México D.F

Pohlman, J. 2002. Food web dynamics and biochemistry of anchialine caves: a stable isotope approach. En: Wilkens, H., D.C. Culver y W.F. Humphries (Eds), *Ecosystems of the world*. 30. Subterranean Ecosystems, Elsevier Science. Amsterdam. 806 p.

Schmitter-Soto, J.J., E. Escobar-Briones, J. Alcocer, E. Suárez-Morales, M. Elias-Gutiérrez y L.E. Marín. 2002. Los cenotes de la península de Yucatán. 338-358 pp. En: De La Lanza G. y J.L. García Calderón (Comps.) *Lagos y Presas de México*. AGT Editor. México. 650 p.

Schram, F.R. 1983. Remipedia and crustacean phylogeny. pp. 23-28. En: F.R. Schram, F.R. 1986. Crustacea. Oxford University Press, Oxford. 606 p

Stock J.H., T.M. Iliffe y D. Williams. 1986. The concept "anchialine" reconsidered. *Stygologia* 2: 90-92

Yager, J. 1986. Remipedia. pp. 382-383 En: Botosaneanu L. (Ed) *Stygofauna Mundi*. E.J. Brill, Leiden. 500 p.

Yager, J. 1994. *Speleonectes gironensis*, new species (Remipedia: Speleonectidae), from anchialine caves in Cuba, with remarks on biogeography and ecology. *Journal of Crustaceal Biology* 14:752-762

Yager, J. 1987. *Speleonectes tulumensis*, n. sp. (Crustacea, Remipedia) from two anchialine cenotes of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Stygologia*, 3:160-166

Yager J. y W. F. Humphreys. 1996. *Lasionectes exleyi*, sp. nov., the first Remipede Crustacean recorded from Australia and the Indian Ocean, with a key to the World Species. *Invertebrate Taxonomy* 10: 171-187



g) **Ficha resumen de la información anterior**

Nombre de la especie	<i>Speleonectes tulumensis</i> Yager, 1987		
Categoría propuesta	<b>Especie en peligro de extinción</b>		
Distribución	Sistemas anquihalinos del NE de la Península de Yucatán, representando menos del 2% del territorio nacional.		
Diagnóstico	Especie endémica a México, de distribución limitada, de abundancia rara, amenazada por inyección de aguas negras. Distribución extremadamente reducida; requerimiento de hábitat altamente específico.		
Riesgos para la especie	Pérdida de hábitat por creciente urbanización asociada a la industria del turismo; escaso o nulo tratamiento de aguas residuales inyectadas a la masa de agua marina de los sistemas anquihalinos; inadecuado manejo de residuos sólidos, cambio de uso de suelo y pérdida de cobertura forestal son las principales presiones que enfrenta la especie.		
MER	Criterio A (distribución)	Muy restringida	4
	Criterio B (Efectos hábitat)	Hostil o muy limitante	3
	Criterio C (Vulnerabilidad biológica)	Media	2
	Criterio D (Impacto antropogénico)	Medio	3
		<u>Suma =</u>	<u>12</u>
Otras consideraciones	La designación como especie <b>endémica</b> en <b>peligro de extinción</b> (*P) en México promoverá que sus requerimientos y vulnerabilidad sean considerados en los procesos de toma de decisiones relacionadas a proyectos que afecten el hábitat anquihalino y, en general el acuífero del noreste de la península de Yucatán		
Responsable de la propuesta:	Dra. Escobar-Briones Elva, escobri@icmyl.unam.mx Biol. Torres-Talamante Olmo, ulmusacuaticus@hotmail.com		

## **ANEXO MÉTODO**

Los métodos usados para el registro y recolecta de la especie incluyen en campo la exploración de los sistemas anquihalinos por medio de espeleobuceo que en una primera etapa determinan la topografía del sistema anquihalino, caracterizan las masas de agua dulce y marina, sus características fisicoquímicas, la velocidad de flujo, naturaleza de las cavernas sumergidas, dimensiones, descripción de la fauna y microbiota habitante del agua, sedimento y paredes. La documentación de ejemplares se realiza por video y fotografía subacuática, censos a lo largo de transectos y recolecta de ejemplares ubicándolos a lo largo de líneas semipermanentes en los mapas topográficos de cada sistema con datos de profundidad y el registro de factores ambientales del hábitat.

La recolecta de ejemplares y de muestras de agua es de tipo manual, un individuo a la vez por medio de succión en envases oscuros para evitar la exposición a la luz y dentro del margen de profundidad y tiempo permitidos para el buceo seguro. El transporte de cada organismos se realiza bajo condiciones constantes de temperatura, concentración de oxígeno y salinidad en sistemas cerrados. Las estrategias de laboratorio siguen los estándares de los estudios fisiológicos y cronobiológicos para especies troglobias con el uso de sistemas cerrados y/o de flujo laminar con atmósfera controlada, uso de luz roja, aunque es indispensable evaluar el posible efecto de ésta sobre su conducta y tasa metabólica.

## **ANEXO HABITAT: Sistemas anquihalinos**

Los sistemas anquihalinos consisten en cuerpos de agua costera con dos masas de agua una de agua dulce superficial de gran amplitud en sistemas subterráneos continentales y otra salina pulsada por las mareas y de mayor profundidad y menor amplitud e intercambio en el continente, usualmente con una exposición restringida al aire de la atmósfera, siempre con conexiones subterráneas con el mar, y mostrando notable influencia tanto marina como terrestre (Stock et al. 1986). Se debe señalar que son sistemas acuáticos estratificados por salinidad en primera instancia, en consecuencia presentan químicas características para cada una de las dos masas de agua (dulce y marina). La superior con menor salinidad y la inferior con mayor salinidades encuentran separadas por una frontera química denominada haloclina. Adicionalmente se presentan fronteras similares entre los parámetros fisicoquímicos (pH, oxígeno disuelto, potencial de oxido-reducción, temperatura, nutrientes, turbidez) y son considerados como ecosistemas únicos en el mundo y de gran fragilidad (Humphreys, 1999). En estos sistemas complejos y altamente estratificados se llevan a cabo procesos biogeoquímicos como nitrificación, denitrificación, y oxidación y reducción de azufre por consorcios de

bacterias quimiolitotróficas y quimioautotróficas (Pohlman et al. 2002). Esta complejidad determinada localmente por la interacción natural entre el agua de mar, el agua intersticial y la lluvia, a través de la roca caliza promueve el establecimiento y continuidad temporal de las estratificaciones y los procesos asociados que en tiempo son significativos para los remipedios (Humphreys, 1999).

En estos sistemas la materia orgánica determina el equilibrio químico y la actividad biológica (Schmitter-Soto et al. 2002). La cantidad de materia orgánica de un cenote (disuelta, particulada, detrito orgánico y organismos vivientes) depende de diversos factores. Las corrientes de agua pueden transportar el material orgánico e impedir su sedimentación en los cenotes. Los sistemas reciben una contribución importante de materia orgánica alóctona proveniente de la selva que entra por los cenotes, la cantidad es función del diámetro del cenote, la composición y estructura de la vegetación del área circundante, y de la época del año ya que en la estación de lluvias (junio-octubre) es mayor el arrastre y durante el periodo de estío menor.

Los ecosistemas anquihalinos de la península de Yucatán están clasificados en el rango oligotrófico-ultraoligotrófico (Alcocer, 1999).

El encuentro e interacción entre el agua epicontinental dulce que fluye hacia el mar por gravedad y el agua marina por intrusión al continente impulsada por mareas y vientos de tormenta forma una zona de transición o ecotono entre ambas masas acuáticas, que fluyen en dos direcciones opuestas dentro de los mismos conductos. La interacción entre las dos masas de agua genera un sistema dinámico, en el que el grosor de cada masa de agua varía a lo largo del sistema subterráneo, del día y del ciclo estacional (Álvarez et al. 2000).

Al parecer, la abundancia de sistemas anquihalinos en regiones tropicales es mayor que fuera de ellas, ya que muchos de los sistemas anquihalinos, se desarrollan en roca caliza originada en ambientes de arrecife de coral, los cuales están restringidos a las regiones tropicales. Las regiones tropicales tienen periodos de estabilidad climática prolongada en escala geológica, que permiten la evolución y sobrevivencia para la fauna troglobia (Danielopol, 1990).

## **ANEXO CONSERVACION:**

Los sistemas anquihalinos en el mundo son blanco de esfuerzos de conservación e interés público. Lo anterior ha conllevado a la valoración, en términos de conservación, de la protección de faunas relictas (entendiéndose como la fauna de origen pangéico y tethiano), que en muchos casos son endémicas incluso a niveles taxonómicos altos (caso Remipedia) ver como ejemplo Waikoloa Anchialine Pond Preservation Area Trust Fund en Hawaii.

## **ANEXO LOCALIDAD TIPO: Cenote “CarWash”**

Se localiza a 8 km del centro de población Tulum, Quintana Roo por la carretera Tulum-Coba. El Tiradero de basura del Centro de Población Tulum se encuentra a 800 m de la entrada principal del sistema anquihalino. Este sistema pertenece al ejido Tulum y son los ejidatarios quienes lo administran. Es uno de los sitios preferidos de espeleobuceo desde 1985, frecuentado principalmente por turismo extranjero que es el que puede sufragar los costos de un buceo de esta naturaleza. Cuenta con estacionamiento, vestidores y dos baños “secos” para desecho orgánico (desde 1998). La vegetación dominante en los alrededores de la localidad es selva mediana subperennifolia. El sistema tiene una extensión de 1467m corriente arriba con un promedio de profundidad de 16m y 1122m corriente abajo cuyo promedio de profundidad es 12m, la haloclina se localiza a 22m de profundidad (Coke y Young, 1990), la masa de agua ocurre entre 22 y 35m de profundidad lo cual pone de manifiesto lo restringido del hábitat del remipedio.

La mayor parte del volumen del sistema está ocupado por agua dulce. El sistema cuenta únicamente con dos aperturas a la selva, la principal tiene un diámetro de 60m y a segunda de 8m aproximadamente.

Los perfiles fisicoquímicos de la columna de agua de la localidad se describen en Schmitter-Soto et al. (2002) y son complejos.

## ANEXO BIOLOGIA Y TAXONOMIA

Los remipedios son los crustáceos más primitivos vivos (Lange y Schram, 2004). La clase Remipedia cuenta con dos órdenes, Nectiopoda y Enantiopoda (extinto). El orden Nectiopoda consta de dos familias Speleonectidae, con tres géneros: *Speleonectes* (6 especies), *Lasionectes* (2 especies) y *Cryptocorynectes* (1 especie). Las familias descritas a la fecha son: Godzillidae con tres géneros, *Godzillius* (1 especie), *Godzillionomus* (1 especie) y *Pleomothra* (1 especie). La especie que ocurre en México es endémica y se describe de la siguiente forma:

Phylum Arthropoda

Subphylum Crustacea

Clase Remipedia

Orden Nectiopoda

Familia Speleonectidae

*Speleonectes tulumensis* Yager, 1987

El remipedio es un crustáceo alargado delgado sin pigmento ni ocelos que presenta un escudo cefálico pequeño; segmentos del tronco que se incrementan con la edad hasta un máximo de 38 segmentos (Yager 1987), es enteramente pelágico (Hessler y Yager, 1998) aunque observaciones en campo sugieren hábitos crípticos benthicos también.

Talla: Hasta 30.2 mm. Hábitat: sistemas de cuevas anquihalinas.

Holotipo: adulto 27.5 mm USNM 233533. Paratipos: 1 adulto, 1 juvenil, USNM 233534; 14 adultos, 6 juveniles; 1 adulto, 1 juvenil; 2 adultos; 1 subadulto en la colección personal de la Dra. Jill Yager, Antioch College Ohio; diversos en la colección personal del Dr. Thomas Illife, Texas A & M University, Galveston, Texas, 2 ejemplares en el museo de Dinamarca colectados por Joergen Olesen y solamente 1 ejemplar en la Colección Nacional de Crustáceos, I. de Biología UNAM.

Localidad Tipo: Cenote Carwash, Quintana Roo, México.

Distribución: Quintana Roo, México

