



# KUXULKAB'

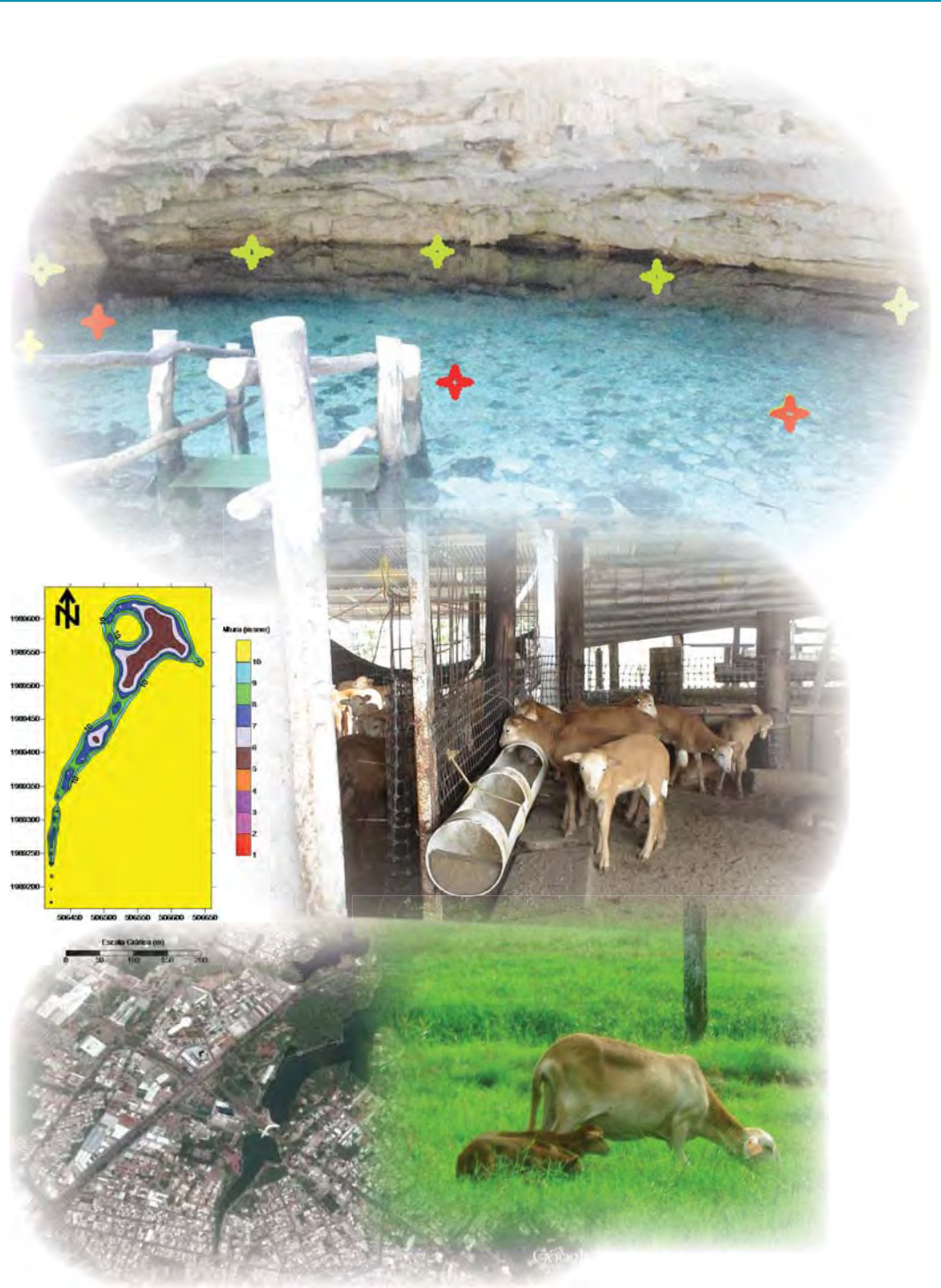
-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen XXII

Número 43

Mayo-Agosto 2016

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
División Académica de Ciencias Biológicas





**EJEMPLAR MACHO DE PIGUA (*Macrobrachium carolinense*) DE 3 MESES DE EDAD, PRODUCIDO EN EL LABORATORIO DE LARVIPIGUA.**

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: Jeane Rimber Indy*

#### DIRECTORIO

Dr. José Manuel Piña Gutiérrez  
Rector

Dra. Dora María Frias Márquez  
Secretaria de Servicios Académicos

C.D. Arturo Díaz Saldaña  
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

M. en A. Rubicel Cruz Romero  
Secretario de Servicios Administrativos

L.C.P. Marina Moreno Tejero  
Secretaria de Finanzas

M.C.A. Rosa Martha Padrón López  
Directora de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Carolina Zequeira Larios  
Coordinadora de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

M. en A. Arturo Enrique Sánchez Maglioni  
Coordinador Administrativo, DACBioI-UJAT

M. en C. Andrés Arturo Granados Berber  
Coordinador de Docencia, DACBioI-UJAT

Biól. Blanca Cecilia Priego Martínez  
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

#### COMITE EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina (†)  
Editor fundador

Dra. Lilia María Gama Campillo  
Editor en jefe

Dra. Carolina Zequeira Larios  
Dra. María Elena Macías Valadez Treviño  
Editores asociados

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo  
Coordinador editorial

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña  
L.D.C. Rafael Sánchez Gutiérrez  
Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez  
Corrector de pruebas

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo  
Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez  
Lic. Ydania del Carmen Rosado López  
Diseñadores

L.Comp. José Juan Almeida García  
Soporte técnico institucional

L.C.I. Francisco García Ulloa  
Est. Lic. Idiomas, Ana Yuseth Pérez del Ángel  
Traductor

Pas. Ing. Ambiental, Manuel Alberto Ek Pozo  
Est. Ing. Ambiental, Adrián Hernández Magaña  
Est. Lic. Biología Diana Beatriz Montero Hernández  
Apoyo técnico

#### CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Julieta Norma Fierro Gossman  
Instituto de Astronomía, UNAM - México

Dra. Tania Escalante Espinosa  
Facultad de Ciencias, UNAM - México

Dr. Ramón Mariaca Méndez  
El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR San Cristóbal, Chiapas - México

M. en C. Mirna Cecilia Villanueva Guevara  
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco - México

Dr. Julián Monge Nájera  
Universidad Estatal a Distancia (UNED) - Costa Rica

Dr. Jesús María San Martín Toro  
Universidad de Valladolid (UVA) - España

# KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «*tierra viva*» o «*naturaleza*») es una publicación cuatrimestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés, así como también imágenes caricaturescas.

KUXULKAB' se encuentra disponible electrónicamente y en acceso abierto en la siguiente dirección: [www.revistas.ujat.mx](http://www.revistas.ujat.mx); por otro lado se halla citada en:

PERIÓDICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias):  
[www.dgbiblio.unam.mx](http://www.dgbiblio.unam.mx)

LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal):  
[www.latindex.unam.mx/index.html](http://www.latindex.unam.mx/index.html)

#### Nuestra portada:

El uso de los recursos naturales y el manejo de los residuos.

#### Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo & Ydania del Carmen Rosado López; División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

#### Fotografías de:

José Vili Martínez González y colaboradores; Irma del Carmen García Osorio y Jorge Oliva Hernández; Google Earth; todas obtenidas de los artículos aquí expuestos.

KUXULKAB', año XXII, No. 43, mayo-agosto 2016; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <http://www.revistas.ujat.mx>; [kuxulkab@ujat.mx](mailto:kuxulkab@ujat.mx). Editor responsable: Lilia María Gama Campillo. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Coordinador editorial de la revista, Fernando Rodríguez Quevedo; Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 02 de mayo del 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBioI y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



# Editorial

## Estimados lectores:

En nuestro país durante el segundo semestre de este año, se realizarán importantes eventos de compromisos internacionales en el ámbito ambiental. A inicios de septiembre la «II Cumbre de las Américas» en Guadalajara, reunirá autoridades de gobiernos panamericanos, líderes indígenas, grupos ecologistas, especialistas y representantes de diversas industrias; con el fin de establecer compromisos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la intención de fortalecer compromisos internacionales a los que los diferentes países del mundo se han ligado, la búsqueda de alternativas para mitigar el calentamiento global y oportunidades para promover inversiones en una economía global con baja huella de carbono. Por otro lado, a finales de año, Cancún Quintana Roo será sede de la «XIII Reunión de la Conferencia de las Partes (COP-13)» relacionada al Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD); un espacio para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la Convención y las Metas de Aichi (aprobadas en 2010 en Nagoya) así como los acuerdos de la Hoja de Ruta de “Pyeongchang”, cumplir estos compromisos es lo que permitirá que las generaciones futuras conozcan las maravillas de la biodiversidad que hoy aún disfrutamos. México ha destacado por hospedar reuniones internacionales de alto nivel; sin embargo, estos temas ambientales sin duda son especialmente importantes para los que formamos parte de la comunidad de la División Académica de Ciencias Biológicas.

La divulgación de la ciencia como la que realiza *Kuxulkab'*, permite dar a conocer regionalmente, temas ambientales como los que se discutirán en estas reuniones; ya que todos queremos salir de la crisis ambiental que nuestro planeta está sufriendo, conocer los impactos que generamos y realizar acciones para disminuirlos a través de actividades como el uso racional y eficaz de los recursos energéticos, el aprovechamiento sustentable y la conservación de los recursos naturales; es el camino en el que nuestra revista busca dejar una huella. Las seis contribuciones que aquí se presentan sobre temas de uso de recursos, manejo de residuos y conservación de la biodiversidad; contribuyen a informar a nuestros lectores con interesante información que busca generar sustentabilidad.

Nuestro día a día es la divulgación de la ciencia, y el de todos nosotros, es generar acciones que contribuyan al cuidado de nuestro planeta, sin lugar a dudas la comunicación de información por medios electrónicos que incrementan nuestra capacidad de difusión en estos temas, hoy nos permite no solo conocer de ellos, sino tomar mejores decisiones. Este espacio nos permite agradecer a los que han contribuido a través de los años a la construcción de nuestra revista, árbitros y colaboradores, así como reiterar que *Kuxulkab'* es una opción para divulgar los temas de actualidad e investigaciones que realizamos tanto en la DACBIOL como en nuestra universidad, al igual que a los investigadores de otras instituciones. Es importante recordar que conocer los avances de estos estudios que se generan cada día, no solo permiten saber que está pasando en nuestro entorno, si no a comprometernos a cuidarlo mejor. Esperamos que cada vez más estudiantes de la universidad sigan aprovechando y considerando este espacio para escribir sobre temas de relevancia.

*Lilia María Gama Campillo*  
EDITOR EN JEFE DE KUXULKAB'

*Rosa Martha Padrón López*  
DIRECTORA DE LA DACBIOL-UJAT

# Contenido

<b>IDENTIFICACIÓN DE TARDÍGRADOS EN GENOTES UBICADOS EN YUCATÁN</b>	<b>5</b>
José Vili Martínez González, Andrea García Valerio & Vili Aldebarán Martínez García	
<b>EDAD AL DESTETE, MOMENTO CRUCIAL QUE DETERMINA LA EFICIENCIA DE CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE LOS CORDEROS</b>	<b>13</b>
Irma del Carmen García Osorio & Jorge Oliva Hernández	
<b>SIMULACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA GERMINACIÓN DEL FRIJOL NEGRO (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) CON DERRAMES DE HIDROCARBUROS</b>	<b>19</b>
Luis Alberto Calcaneo Gordillo, Rodolfo Gómez Cruz, María Teresa Gamboa Rodríguez & Jesús Roberto Gamboa Aldeco	
<b>LAGUNA DE LAS ILUSIONES Y SU ENTORNO URBANO: AGUAS RESIDUALES, URBANAS Y SEDIMENTOS</b>	<b>27</b>
Georgina Ricárdez de la Cruz, Gaspar López Ocaña, Raúl Germán Bautista Margulis & Carlos Alberto Torres Balcazar	
<b>ESTIMACIÓN DE LA CARGA DE SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN EN UNA LAGUNA FLUVIAL DE TABASCO</b>	<b>39</b>
Julio César de la Cruz Reyes, Juan de Dios Mendoza Palacios & José Roberto Hernández Barajas	
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO DE UN ACOPIO LECHERO EN LA REGIÓN MAYA DE CHIAPAS</b>	<b>45</b>
Rubén Monroy Hernández, Alfredo Isaac Brindis Santos, Francisco Guevara Hernández, Roberto Reimundo Coutiño Ruiz, Epifanía Lozano López & Rafael Pimentel Segura	



# IDENTIFICACIÓN DE TARDÍGRADOS EN GENOTES UBICADOS EN YUCATÁN

## TARDIGRADES IDENTIFICATION IN GENOTES LOCATED IN YUCATÁN

José Vili Martínez González<sup>1✉</sup>, Andrea García Valerio<sup>2</sup> & Vili Aldebarán Martínez García<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doctor en administración, secretario general del Colegio de Posgraduados en Administración de la República Mexicana (COLPARMEX A.C.). <sup>2</sup>Maestra en Seguridad e Higiene Ocupacional. <sup>3</sup>Alumno del Programa de Raíces Científicas.

✉ [ajedrezconsultores@hotmail.com](mailto:ajedrezconsultores@hotmail.com)

### Como referenciar:

Martínez González, J.V.; García Valerio, A. & Martínez García, V.A. (2016). Identificación de tardígrados en cenotes ubicados en Yucatán. *Kuxulkab'*, XXI(43): 05-12, mayo-agosto.

### Disponible en:

<http://www.revistas.ujat.mx>  
<http://www.revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

### Resumen

Un organismo ha sido considerado como el máximo sobreviviente, supera a los extremófilos por sobrevivir tanto en condiciones extremas, como poder vivir en condiciones que son propicias para la vida tal como la conocemos, los tardígrados. La presencia de estos organismos ha sido verificada tanto en altas montañas, como en las profundidades de las fosas Marianas, desiertos y posas de agua hirviendo, sin embargo, acorde con Suarez y Rivera (1998): hay grupos propios de la microfauna de aguas continentales que permanecen totalmente desconocidos en Yucatán, como los... tardígrados...; debido a ello, este trabajo de investigación tiene como objetivo el identificar la presencia de tardígrados en los cenotes seleccionados siendo de tipo no experimental, diseño transeccional, descriptivo.

**Palabras clave:** Extremófilo, tardígrado, microfauna, cenote.

### Abstract

An organism has been considered as the ultimate survivor, outperforms extremophiles to survive in both extreme conditions and conditions that are conducive to life as we know it, tardigrades. The presence of these organisms has been verified both in high mountains and in the depths of the Mariana trenches, deserts and pits of boiling water, however, according to Suarez and Rivera (1998): there are groups of microfauna in continental waters that remain unknown in Yucatan, such as... tardigrades ...; as a result, this non-experimental, cross-sectional descriptive designed research aims at identifying the presence of tardigrades in selected cenotes.

**Keywords:** Extremophile, tardigrade, microfauna, cenote.

Es factible considerar a los microorganismos extremófilos como aquellos que requieren para su crecimiento óptimo valores extremos de factores físicos y químicos que son considerados desfavorables para la mayoría de los seres vivos que conocemos. Es decir, son microorganismos que se desarrollan en medios ambientes extremos, caracterizados por presentar condiciones hostiles para la vida de otros organismos. En este orden de ideas es adecuado mencionar que hay diversos tipos de ambientes extremos, tales como los de temperaturas extremas ya sean altas o bajas, al igual que elevadas presiones hidrostáticas, elevada concentración de sales y los hábitats que presentan altos o bajos valores de pH, entre muchos otros.

Por tanto, es posible considerar diferentes tipos de microorganismos extremófilos: termófilos, psicrófilos, piezófilos, halófilos, alcalófilos, acidófilos, etcétera. Es importante resaltar que en algunos casos estos microorganismos pueden ser poliextremófilos; por ejemplo los termoacidófilos o los haloalcalófilos que viven en hábitats de elevadas temperaturas y pH ácidos o en medios de altas concentraciones de sales y elevados valores de pH respectivamente.

El núcleo de esta investigación es que en los medios extremos antes mencionados existen también microorganismos que toleran sus condiciones límite pero no las requieren para su desarrollo óptimo; son los microorganismos extremotrofos, como es el caso de los tolerantes a la elevada sequedad o a las altas radiaciones, tales como *Deinococcus* y el objeto del presente estudio, los tardígrados (ositos de agua).

La anabiosis (de las raíces griegas "and" hacia atrás y "biosis" medios de subsistencia, lo cual se puede traducir como vuelta a la actividad vital tras un periodo de suspensión accidental de ella) es el fenómeno en el cual un organismo disminuye su metabolismo para poder sobrevivir a condiciones ambientales principalmente la temperatura a la que se ve sometido. Muchos seres vivos presentan esta capacidad pero, cuando se habla de un clima extremo, se hace referencia a temperaturas que oscilan desde los -272 °C hasta 149 °C. En esas temperaturas ya no se puede hacer mención de anabiosis, sino del fenómeno llamado criptobiosis (estado extremo de la anabiosis). David Keilin zoólogo ruso en 1959 (citado por Palacios, 1996) conceptualizo a la criptobiosis como: estado de un organismo en el cual no muestra señales visibles de vida y cuando su actividad metabólica es difícil de medir o entra en un estado latente. La criptobiosis es conocida en múltiples organismos como: virus, bacterias, hongos, incluso algunos animales como gusanos, huevos de algunos crustáceos, nemátodos, un único insecto: '*Polypedilum vanderplanki*' (Chironomidae; Diptera) y los tardígrados.

Según Heinz & Dieter (1988) los tardígrados están integrados por más de 600 especies y son organismos semi-microscópicos, que oscilan aproximadamente entre los 0.1 y 1.7 mm, con una apariencia similar a la de un artrópodo. Son acuáticos y se les puede encontrar en ambientes de agua dulce, salobres y marinos. Se han reportado especies comensales en isópodos. También se pueden encontrar en hábitats semiacuáticos como algunos charcos estacionales, las películas de agua de los líquenes o algunos musgos. El cuerpo está segmentado en placas y poseen una cutícula no calcificada a base de lípidos, proteínas y quitina, la cual mudan al crecer.

«Los microorganismos extremófilos son aquellos que se desarrollan en ambientes caracterizados por presentar condiciones hostiles para la vida»



Fuente: Javier Peláez (2014)  
<https://es.noticias.yahoo.com/blogs/cuaderno-de-m%C3%A1s-resistente-072123784.html>.



Miller (1997) menciona que presentan cuatro pares de patas y cada una de ellas termina con un set de garras, que oscila entre 3 y 6, también presentan un aparato buco-faríngeo que permite la identificación. Tienen, además un sistema nervioso metamérico con 2 cuerdas nerviosas ventrales, el sistema excretor es por medio de glándulas de Malpigio, su sistema muscular digestivo y reproductivo se encuentran bien desarrollados, pero carecen de un sistema circulatorio o respiratorio, la circulación se da por medio de cavidades pseudocelomadas llenas de mesodermo o por el hemocele; la respiración se da por medio de la cutícula. Son carnívoros, herbívoros, fungívoros lo que les facilita su dispersión.

«Anabiosis: muerte aparente o animación suspendida que ocurre en varios organismos debido a la desecación, por ejemplo, y de la cual es posible revivirlos»

(Lawrence, 2014)

### Criptobiosis:

Lindahl & Balslerl (1999), menciona que la forma en que los tardígrados se han adaptado a los cambios drásticos del ambiente, es por medio de la suspensión o reducción de su metabolismo y así se aíslan a esos cambios; este es un estado cercano a lo que conceptualizamos como la muerte. En otros organismos la cesación del metabolismo equivale a morir, mientras que en un tardígrado, es meramente un estado de latencia. El metabolismo puede reducirse por debajo de un 0.01 % de lo normal o ser completamente imperceptible, el agua por otro lado puede reducirse hasta menos de un 1 % del volumen corporal.

Los tardígrados han sido revividos de este estado criptobiótico después de 120 años y han mostrado señas fuertes de vida, sin embargo, experimentos realizados en laboratorios solo han podido confirmar el estado de criptobiosis en condiciones naturales para un tardígrado, que es de aproximadamente 12 años (aunque teóricamente se tiene la sospecha de que en congelación podrían vivir para siempre). Lindahl & Balslerl (1999), menciona que la criptobiosis en los tardígrados se puede dividir en cuatro diferentes subestados: anhidrobiosis, cryobiosis, osmobiosis y anoxybiosis.

**Anhidrobiosis.** El tipo más estudiado de criptobiosis, una forma que inicia con la desecación del animal. Los tardígrados, viviendo en un hábitat semiacuático, como líquenes y musgos, tienen la necesidad de soportar periodos largos de <sequía> y para eso, realizan anhidrobiosis, que conlleva a una casi completa pérdida del agua en el cuerpo. La formación del <Tun>, un tipo de capa o cutícula, dura, protectora, es una parte esencial del proceso, debido a que protege al tardígrado de todo tipo de temperaturas, y exposiciones de radiación, ácidos y más. Estos <Tun> pueden ser creados repetitivamente durante el ciclo de vida, incluso en los adultos de un tardígrado y son el resultado de la invaginación de los lóbulos (patas inarticuladas), el cuerpo que se contrae, se enrolla longitudinalmente y la cutícula se envuelve hacia adentro del cuerpo. Un tipo de cera cubre la superficie del cuerpo y evita la transpiración (pérdida de agua por evaporación).

La formación del <Tun> es un proceso activo que requiere de un metabolismo, con una humedad relativa que oscila entre los 70 y 95 %, y la síntesis de trehalosa. Cuando se termina su formación, empieza la desecación, que puede producirse en un 0 % de humedad relativa. Al finalizar la desecación, el animal ha entrado en estado criptobiótico y pueden pasar muchos años hasta que este organismo vuelva a su forma original, se ha comprobado que pueden estar en éste estado durante 120 años. La <resucitación>, se produce un par de horas después de que las condiciones del ambiente vuelven a estar estables.



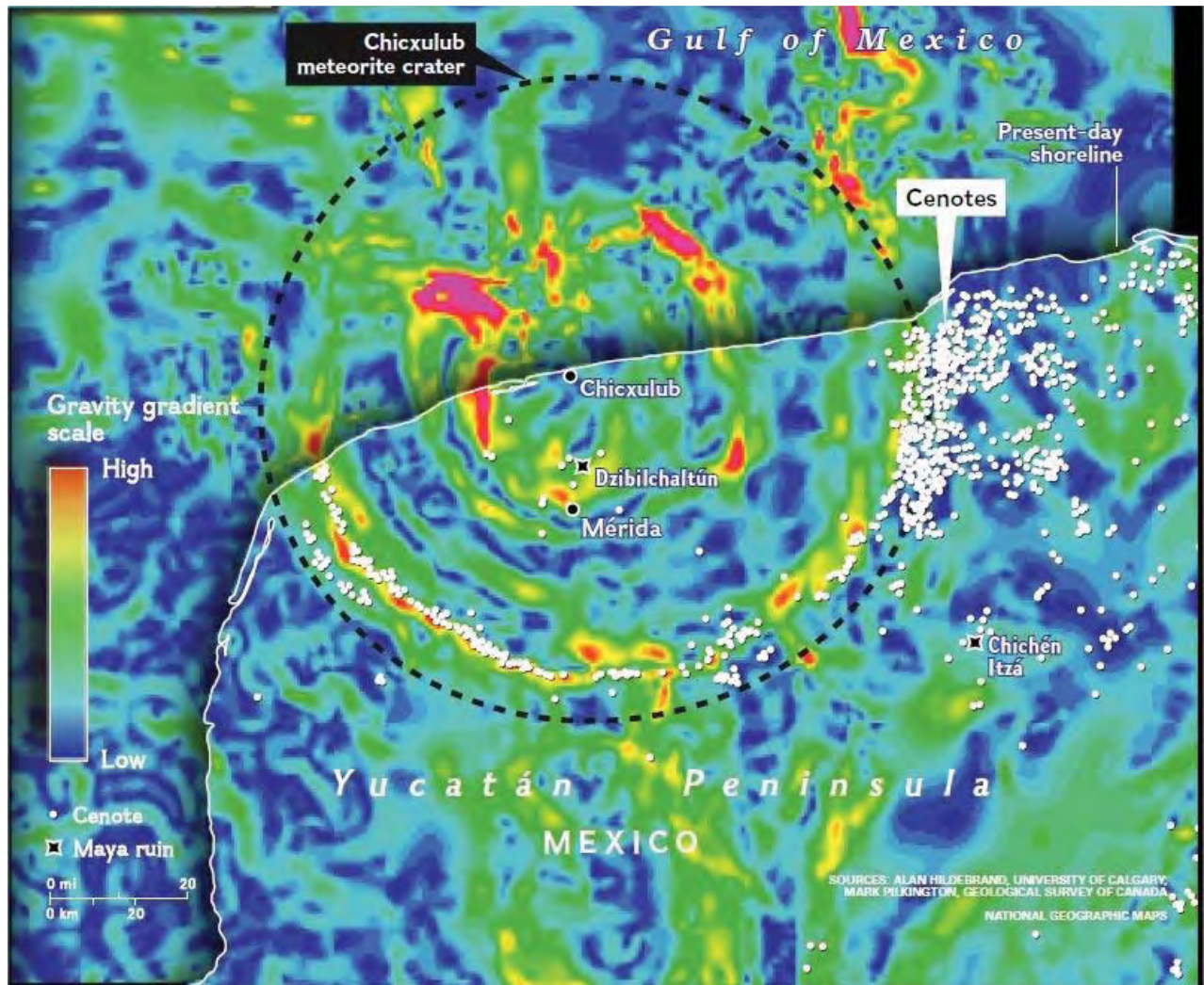


Imagen 1. Ubicación de cenotes en la Península de Yucatán, México, (fuente: Alan Hildebrand; University of Calgary. National Geographic Maps).

**Cryobiosis.** Es un fenómeno que inicia con la reducción en la temperatura e involucra el congelamiento del agua dentro de las células. Estudios realizados por Somme (1996) han ayudado a obtener un mayor entendimiento sobre el mecanismo que usan los tardígrados para sobrevivir en extremas temperaturas. Wright (citado por Lindahl & Balsler, 1999) declaró que los organismos que viven en regiones polares, debían ser capaces de resistir largos periodos de congelamiento, sin congelarse ellos mismos; sin embargo, la existencia de algunos animales que viven en ese tipo de ambientes y que son capaces de permanecer en un estado de congelamiento, es todavía un tema poco discutido ni menos estudiado.

La cryobiosis permite a los tardígrados tolerar caídas de temperatura que causan rápidos congelamientos, como en el ártico o en el antártico, y evitar que se mueran durante el proceso de congelamiento del ambiente. Recientes trabajos en dos especies, *Adorybiotus coronifer* y *Amphibolus nebulosus* encontrados en el ártico, demuestran la habilidad de sobrevivir en un ambiente extremo.

**Osmobiosis.** Es un fenómeno criptobiótico iniciado por un aumento en la concentración salina del medio. Ha sido poco estudiada y sólo hay registro de unos pocos trabajos sobre este tema. Algunos tardígrados tienen la capacidad de soportar altas cantidades de sal, por lo que no necesariamente entran en estado de osmobiosis, pero si se exponen en un tiempo prolongado, puede haber la posibilidad de que lo hagan.

La especie *'Echiniscoides sigismundi'* se ha encontrado en las rocas de las orillas del mar, estos pueden soportar ciclos de agua y severas desecaciones, combinado con fluctuaciones en la osmolalidad durante evaporación y la lluvia.

**Anoxybiosis.** Una reducción de oxígeno, inicia un estado de suspensión en los tardígrados, esto no quiere decir que sea un estado de criptobiosis en el sentido estricto, pero si existe una disminución en el metabolismo. Los animales en este estado, a diferencia del resto de los criptobióticos, mantienen el cuerpo estirado, en un estado de turgencia. Los tardígrados son muy susceptibles a los cambios en la concentración de oxígeno y presión, la prolongación de la falta de aire lleva a problemas de osmoregulación, lo que les puede causar la muerte.

Diferente a otros tipos de criptobiosis, la anoxybiosis involucra el consumo de agua, mayor de lo normal, para que el tardígrado se ponga turgido y por ende entre en el estado de anoxybiosis. El promedio de sobrevivencia de un tardígrado en anoxybiosis era cuestionable, debido a los estudios realizados por Crowe (citado por Lindahl & Balslerl, 1999), en los cuales muestra que un tardígrado en anoxybiosis y en condiciones de laboratorio, sólo sobrevivió, entre 3 y 4 días. Por otro lado, el experimento de Kristensen and Hallas (citado por Lindahl & Balslerl, 1999), reporta que sus tardígrados sobrevivieron hasta 6 meses, en envases sellados.

**Habilidades para resistir extremos ambientales**

Cuando un tardígrado se encuentra en un estado criptobiótico, este puede resistir extremos en el ambiente que son letales para muchos otros organismos. Esto se debe a que los <tu> que produce el cuerpo, son muy duros y resistentes a cualquier agente externo.

En 1842, el naturalista francés Doyere, (citado en Creces, 2002) descubrió que los tardígrados soportaban ser calentados por un periodo corto, hasta los 125 °C; en 1929 Rham incrementó la temperatura a 150 °C. Los adultos tienen la capacidad de soportar temperaturas que bajan hasta los -272.8 °C, en donde no hay ninguna vibración molecular y por ende ningún metabolismo puede existir.

Otros agentes a los que son muy resistentes son a los rayos X, pueden soportar hasta 570,000 roetgens (mientras que el humano muere a los 500). También a los vacíos, como el espacio, a algunos químicos tóxicos, alcohol hirviendo y una presión seis veces más grande que la de la base del océano más profundo, ¿cómo lo hacen? aún no se tiene respuesta a esta pregunta. El conocimiento sobre este fenómeno y sus derivados, es todavía algo inexplicable, se conoce apenas un pequeño fragmento de todo un rompecabezas.

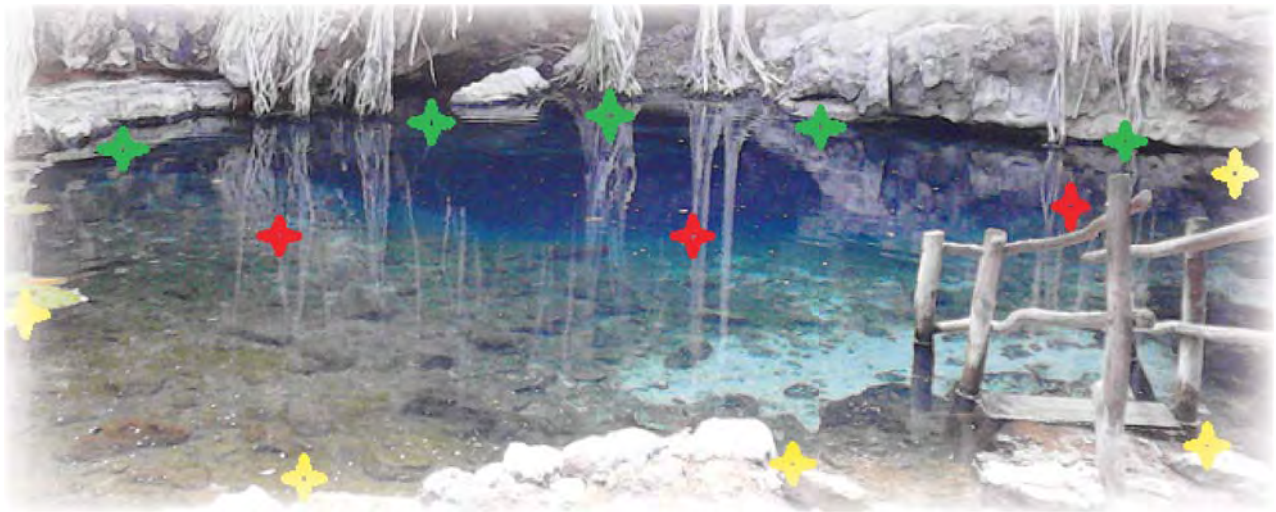
**Características de un cenote**

Beddows *et al.* (2007) menciona que el término cenote (del maya "ts'ono'ot" o "d'zonot", caverna con depósito de agua) se refiere a cualquier espacio subterráneo con agua, con la única condición de que esté abierto al exterior en algún grado. Menciona también que el rasgo más importante de la topografía en la península de Yucatán son los cenotes. Su ubicación se concentra en la parte norte, a lo largo de una línea imaginaria situada entre Tulum, Quintana Roo y Campeche, siendo menor hacia el sur de la península (imagen 1).

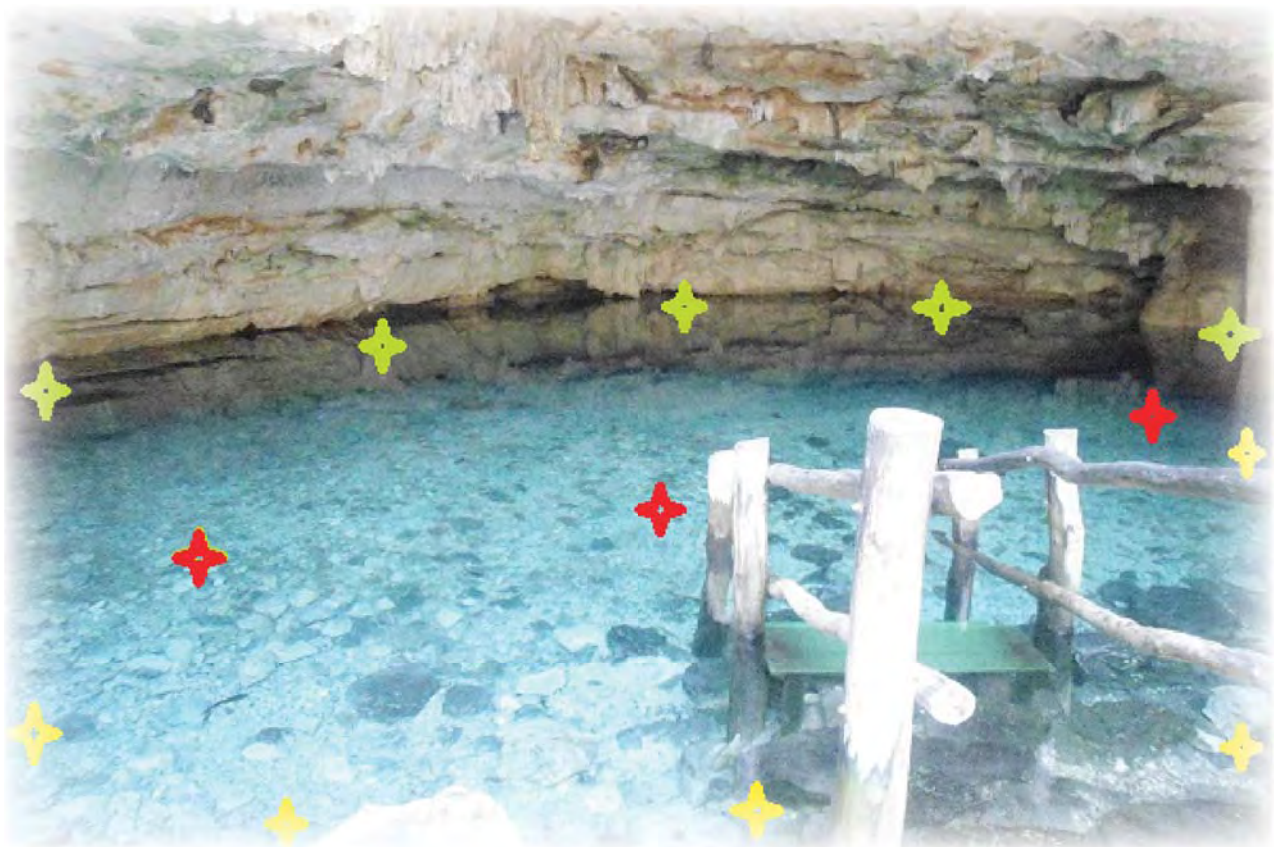
El suelo que en su mayoría es del tipo de roca kárstica se caracteriza por su alta permeabilidad y un gradiente hidráulico casi nulo; el agua de origen meteórico se filtra y acumula en el subsuelo, esto forma una lente de agua dulce delgada que flota sobre una masa de agua salina, más densa, cuyo origen es la intrusión marina natural.



**Imagen 2.** Tipos de cenotes, (fuente: <http://www.elcaminomascorto.es/que-son-cenote-dulce-peninsula-yucatan/>).



**Fotografía 1.** Ejemplo de un cenote con paredes verticales.



**Fotografía 2.** Ejemplo de un cenote con forma de caverna.



Fuente: Javier Peláez (2014)  
<https://es.noticias.yahoo.com/blogs/cuaderno-de-ciencias/los-indestructibles-osos-agua-el-animales-m%C3%A1s-resistente-072123734.html>

El contacto entre estas masas de agua, dulce y marina, conforma una zona de mezcla o haloclina que en conjunto conforman un componente geológico importante del acuífero. La lente de agua dulce constituye la única fuente de agua dulce en la península de Yucatán, desde tiempos prehistóricos, renovable solamente por la lluvia estacional.

Los cenotes pueden ser clasificados en cuatro tipos considerando la información del gobierno de Yucatán (imagen 2):

- a) Semiabiertos o en forma de cántaro, con una pequeña abertura superior y diámetro creciente hacia la superficie del agua y aún más abajo.
- b) Abiertos, de caída libre, con paredes sensiblemente verticales.
- c) Antiguos cenotes, o aguadas, cuyas paredes se separan por encima del agua; muchos de este tipo están secos o conservan un poco de líquido de la estación pluviosa.
- d) Caverna con entrada por un lado.

### Así se hizo la investigación

Existe un tardígrado capaz de sobrevivir a temperaturas menores al cero absoluto y superiores a los 150 °C, que se le ha encontrado tanto en desiertos como en las cumbres de las montañas y en los abismos de las fosas Marianas; sin embargo, hasta donde se conoce, no se han reportado la presencia del mismo en los cenotes de Yucatán e incluso, Suárez & Rivera (1998) mencionan que: hay grupos propios de la microfauna de aguas continentales que permanecen totalmente desconocidos en Yucatán, como los protozoarios

Sarcodina, Ciliophora, Zoomastigina, los gastrotricos, los nemátodos de vida libre, los crustáceos, anostráceos, conchostráccos y branquiuros, los tardígrados y los rotíferos.

Por ello surge el problema de investigación ¿es factible identificar la presencia de tardígrados en los cenotes seleccionados ubicados en Yucatán? Teniendo como objetivo el Identificar la presencia de tardígrados en los cenotes seleccionados, se realizó una investigación no experimental, con un diseño transeccional, descriptivo.

Las muestras fueron dos cenotes ubicados en el noroeste de Yucatán, uno con forma de paredes verticales (fotografía 1) y otro con forma de caverna (fotografía 2). En cada cenote las muestras tomadas fueron de izquierda a derecha y de adelante hacia a atrás: cinco de las orillas marcadas con color amarillo; tres de la parte central marcadas con rojo; y cuatro cercanas a las paredes marcadas con color verde. La recolección se realizó en el primer cenote a las 09:00 h y en el segundo a las 10:00 h. Se empleó el tipo de muestra simple o puntual: la muestra representa la composición del cuerpo de agua del cenote el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su captación.

Se identificaron las muestras, como <T1> para el cenote de paredes verticales y <T2> para el cenote con forma de caverna; codificando cada zona como <I> para la orilla, <B> para el centro y <R> para las cercanas a la pared de roca al fondo de los cenotes quedando como <I1>, <I2>..., <B1>, <B2>..., <R1>, >R2>..., para cada cenote. Las muestras se conservaron durante el tiempo del análisis y 48 horas después se vertieron en una maceta del jardín botánico del investigador. Las observaciones se llevaron a cabo con microscopio de 100x, 300x, 600x.

### Resultados

Además de identificar una gran cantidad de microfauna, fue factible identificar la presencia de los tardígrados en el cenote con forma de paredes verticales, en tanto que no fue factible identificar en el cenote en forma de caverna. Con ello es posible responder a la pregunta de investigación en el sentido de que: si es factible identificar la presencia de tardígrados en uno de los dos cenotes seleccionados.

Es importante precisar que solo en uno de los dos cenotes (el denominado de paredes verticales) se identificó la presencia de tardígrados y como rasgo distintivo, este cenote es el que presentaba flora acuática en tanto que el otro carecía de la misma.

## Conclusiones

Al identificar la presencia de tardígrados (ositos de agua) en las muestras de uno de los cenotes, esto ha permitido realizar un aporte de información respecto a las especies de microfauna existentes en Yucatán y de la cual no se encontraron reportes previos.

## Referencias

- Beddows, P.; Blanchon P.; Escobar E. & Torres-Talamant, O.** (2007). Los cenotes de la península de Yucatán. *Arqueología Mexicana*, 14(83): 32-35
- Creces.** (2000). Difícil de matar: los tardígrados. Universidad Digo Portales. Recuperado de: <http://www.creces.cl/new/index.asp?imat=%20%20%3E%20%2066&tc=3&nc=5&art=823>
- Heinz, S. & Dieter, K.** (1988). *Gastrotricha & Tardigrada & Mesopsammon: freaks of nature*. Available in: <http://www.cladocera.de/freaks/freaks.html>
- Lawrence, E.** (2014). *Diccionario de biología* (Traducción de Henderson's Dictionary of Biology; p. 622). México: Editorial Trillas.
- Lindah, K. & Balserl, S.** (1999). *Tardigrade facts: what are they?* Wesleyan, Illinois. Available in: [https://sun.iwu.edu/~tardisdtp/tardigrade\\_facts.html](https://sun.iwu.edu/~tardisdtp/tardigrade_facts.html)
- Miller, R.W.** (1997). *Tardigrade bears of the moss*. The Kansas School Naturalist, United States
- Palacios Hernández, G.** (1996) *Organización y reorganización del ADN y cromatina macronuclear durante el proceso de enquistamiento en 'Colpoda Inflata'* (Tesis Doctoral). Universidad Complutense de Madrid. España.
- Suárez Morales, E. & Rivera Arriaga, E.** (1998). Hidrología y fauna acuática de los cenotes de la Península de Yucatán. *Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 48: 37-47
- Somme, L.** (1996). Anhydrobiosis and cool tolerance in tardigrades. *European Journal on Entomology*, 93(3): 349-357



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO  
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIFUSIÓN Cultural

**Instalaciones**  
**Culturas Emergentes**  
**Música**  
**Teatro**  
**Fotografía**  
**Artes Plásticas**  
**Canción**

**K'elen-Bijj 2016**  
Muestra de Arte Contemporáneo y Culturas Emergentes

www.ujat.mx

**FUENTE DE LOS FUNDADORES, POR LA CONMEMORACIÓN DE LOS 25 AÑOS DE BIOLOGÍA EN LA UJAT  
(K'elen-Bijj 2016: MUESTA DE ARTE CONTEMPORÁNEO Y CULTURAS EMERGENTES)**

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: José Francisco Juárez López & Ydania del Carmen Rosado López

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBiol



**EDIFICIO DR. ANDRÉS RESÉNDEZ MEDINA:** *antes Centro de Investigación en Biología y Biotecnología Tropical.*  
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía de Rafael Sánchez Gutiérrez*



**KUXULKAB'**

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

+52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415

kuxulkab@ujat.mx • kuxulkab@outlook.com

www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039.  
Villahermosa, Tabasco. México.

