



# KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 26

Número 56

Septiembre-Diciembre 2020

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
División Académica de Ciencias Biológicas



Sección especial:  
COVID



**RESGUARDO, PROTECCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE ESPECIES ENDÉMICAS EN LAS INSTALACIONES DE LA DACBIOL:  
CASO DE MANATÍ (*Trichechus manatus*).**  
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).  
Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez (Coordinación de Difusión Cultural y Extensión de la DACBIOL).*



# UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE ”

#### DIRECTORIO

L.D. Guillermo Narváez Osorio  
Rector

Dra. Dora María Frias Márquez  
Secretaria de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez  
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

Mtro. Jorge Membreño Juárez  
Secretario de Servicios Administrativos

Mtro. Miguel Armando Vélez Téllez  
Secretario de Finanzas

Dr. Arturo Garrido Mora  
Director de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna  
Coordinadora de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

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

Dr. Raúl Germán Bautista Margulís  
Coordinador de Docencia, DACBioI-UJAT

M.C.A. Yessenia Sánchez Alcudia  
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

#### COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina (†)  
Editor fundador

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo  
Editor ejecutivo y encargado

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

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

Lic. Ydania del Carmen Rosado López  
Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez (†)  
Equipo de diseñador

Ing. Armando Hernández Triano  
Soporte técnico institucional

M.Arq.; M.A.C. Marcela Zurita Macías Valadez  
Dra. María Elena Macías Valadez Treviño  
Traductoras

Est. Biól. Gloria Cecilia Arecha Soler  
Biól. José Francisco Juárez López  
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

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

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

ISSN 2448-508X

# 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:



#### Revistas Universitarias ([www.revistas.ujat.mx](http://www.revistas.ujat.mx))

Portal electrónico de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).



#### Repositorio Institucional (<http://ri.ujat.mx>)

Plataforma digital desarrollado con el aval del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), se cuenta con un acervo académico, científico, tecnológico y de innovación de la UJAT.



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

Red de instituciones que reúnen y diseminan información sobre las publicaciones científicas seriadas producidas en Iberoamérica.



#### PERIÓDICA (<http://periodica.unam.mx>)

Base de datos bibliográfica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con registros bibliográficos publicados América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.



#### Nuestra portada:

El agua: sus microorganismos y funciones de división territorial; [Sección especial COVID].

#### Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo; División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

#### Fotografías de:

Imágenes obtenidas de textos aquí publicados, así como, expuestas en diversos medios (internet por ejemplo).

KUXULKAB', año 26, No. 56, septiembre-diciembre 2020; 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: Fernando Rodríguez Quevedo. 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: Editor ejecutivo, 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: 27 de abril de 2020.

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:

Tomando la consideración de ustedes con respeto, es agradable presentar el último número de **Kuxulkab'**; el cual, a pesar de las adversidades durante este año, hemos podido completar esta ardua tarea. Éste, se organizó con ocho aportaciones, de las cuales, tres son resultado de investigaciones y experiencias; por otro lado, se destacan cinco escritos que conforman una sección especial dedicada a la actual pandemia del COVID-19, donde se expone la base del virus y su interacción con el entorno natural e histórico.

A continuación, proporcionamos una muy breve sinopsis de las aportaciones que conforman esta publicación:

«**Diversidad fitoplanctónica de embalses continentales del Valle del Yaqui**»; colaboración que presenta una catalogación de las principales microalgas dulceacuícolas susceptibles al cultivo y explotación en la industria económica.

«**La cooperación en cuencas transfronterizas: una oportunidad para la cuenca del río Usumacinta**»; participación donde se identifica las áreas de oportunidad para la gestión de la cuenca del río Usumacinta, esto a través de una revisión no exhaustiva de documentos internacionales.

«**Caracterización del viento en Villahermosa, Tabasco en el período 2008-2018**»; participación en la que los autores, presentan un análisis de información donde se identifica la dirección de viento dominante en la capital del estado de Tabasco.

«**Bacterias versus Virus**»; escrito donde se hace mención las características existentes entre una bacteria y un virus; así como la utilidad que la humanidad ha hecho de ellos.

«**Coronavirus en aves acuáticas**»; texto que reconoce la asociación del coronavirus con los mamíferos y las aves, sobre esta última, describe la interacción (humano-ave) poco estudiada, como es el caso de patos, garzas, gaviotas, por mencionar algunos.

«**¿Cuál es el mecanismo que permite al SARS-CoV-2 entrar a las células humanas?**»; documento que refiere, con visión molecular, la forma en la que este coronavirus se disemina en el ambiente y entra a nuestro organismo.

«**Un trío en equilibrio: biodiversidad-salud-enfermedad**»; aportación que muestra el desequilibrio natural debido a la pérdida de la biodiversidad, lo que incrementa el riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas, principalmente por zoonosis.

«**Una mirada a la historia para la resiliencia ante el COVID-19**»; escrito donde se presenta una panorámica de las pandemias, que, en diferentes periodos ha afectado la salud de miles de personas; trayendo consigo problemas de impacto sociocultural, económico, político y hasta religioso.

Este número es un gran esfuerzo en conjunto: autores, evaluadores, editores asociados, gestor editorial, diseñadores y soporte técnico. Agradecemos a cada uno de ellos su valioso apoyo y entusiasmo de colaborar para la divulgación de la ciencia con estándares de calidad en esta casa de estudios. Esperamos vernos pronto.

*Arturo Garrido Mora*  
DIRECTOR DE LA DACBIOL-UJAT

*Fernando Rodríguez Queredo*  
EDITOR EJECUTIVO DE KUXULKAB'

# Contenido

## **DIVERSIDAD FITOPLANCTÓNICA DE EMBALSES CONTINENTALES DEL VALLE DEL YAQUI 05-14**

PHYTOPLANKTON DIVERSITY OF CONTINENTAL RESERVOIRS IN THE YAQUI VALLEY

*Alba Rocío Ochoa Meza, Julia Icela Galindo Félix & Dalila María Juárez Moreno*

## **LA COOPERACIÓN EN CUENCAS TRANSFRONTERIZAS: UNA OPORTUNIDAD PARA LA CUENCA DEL RÍO USUMACINTA 15-30**

COOPERATION IN TRANSBOUNDARY BASINS: AN OPPORTUNITY FOR THE USUMACINTA RIVER BASIN

*Diana Isabel Contreras Chablé & Luzma Fabiola Nava Jiménez*

## **CARACTERIZACIÓN DEL VIENTO EN VILLAHERMOSA, TABASCO EN EL PERÍODO 2008-2018 31-39**

VILLAHERMOSA-TABASCO WIND CHARACTERIZATION DURING 2008-2018

*Gabriel Gomez Esteban & Mercedes Andrade Velázquez*

### **»» Sección especial COVID**

## **BACTERIAS *versus* VIRUS 41-50**

BACTERIAS *versus* VIRUS

*Marcela Alejandra Cid Martínez*

## **CORONAVIRUS EN AVES ACUÁTICAS 51-59**

CORONAVIRUS IN WATERFOWL

*Gabriel Núñez Nogueira*

## **¿CUÁL ES EL MECANISMO QUE PERMITE AL SARS-CoV-2 ENTRAR A LAS CÉLULAS HUMANAS? 61-70**

WHAT IS THE MECHANISM THAT ALLOWS SARS-CoV-2 TO ENTER HUMAN CELLS?

*Julia María Leshner Gordillo, María Arellano Sosa, Aminta Hernández Marín, Heidi Beatriz Montejo Méndez, Alejandra Valdés Marín, Melina Zapata de la Cruz & Elsi Beatriz Recino Reyes*

## **UN TRÍO EN EQUILIBRIO: BIODIVERSIDAD-SALUD-ENFERMEDAD 71-78**

A TRIO IN BALANCE: BIODIVERSITY-HEALTH-DISEASE

*Coral Jazvel Pacheco Figueroa, Juan de Dios Valdez Leal, Ena Edith Mata Zayas, Lilia María Gama Campillo & Eduardo Javier Moguel Ordóñez*

## **UNA MIRADA A LA HISTORIA PARA LA RESILIENCIA ANTE EL COVID-19 79-92**

AN OVERVIEW IN HISTORY FOR RESILIENCE COVID-19

*María Elena Macías-Valadez Treviño, Lilia María Gama Campillo, Marcela Zurita Macías-Valadez & Fernando Rodríguez Quevedo*





## CORONAVIRUS EN AVES ACUÁTICAS

### CORONAVIRUS IN WATERFOWL

#### Resumen

Los coronavirus son agentes patógenos reconocidos por tener un origen animal y ser asociados comúnmente con los ambientes terrestres, particularmente a los mamíferos y aves. Dentro de ellos, existen reportes de su presencia en aves acuáticas, las cuales parecen ser el grupo principal en portar y circular este tipo de virus en poblaciones sanas, jugando así un papel importante para la presencia de estos virus en ambientes terrestres y acuáticos. Aunque la ruta de infección para el COVID-19 por esta vía, no ha sido demostrada a la fecha, existen casos de otras infecciones virales respiratorias, que han llegado a ser transferidas al humano, a partir de aves. Patos, cormoranes, garzas, playeros, gaviotas entre otros tipos, han mostrado ser portadoras de COVs, siendo los patos y gansos los grupos acuáticos para SARS-CoV.

**Palabras clave:** Coronavirus; Aves acuáticas; SARS-CoV; Patos; Gansos.

#### Abstract

Coronaviruses are pathogens recognized for their animal origin and commonly associated with terrestrial environments and animals, particularly mammals and birds. Within them, there are reports of their presence in aquatic birds, which appear to be the main group in carrying and circulating this type of virus in healthy populations and play an important role in the presence in such type of environments. Although the route of infection for COVID-19 by this route, has not been demonstrated to date, there are cases of other respiratory viral infections, which are known to have become transferred to humans, from birds. Ducks, cormorants, herons, ties, gulls, among others, have shown to be carriers of COVs, being SARS-CoV present in ducks and geese.

**Keywords:** Coronavirus; Waterfowl; SARS-CoV; Ducks; Geese.

#### Gabriel Núñez Nogueira

Biólogo por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Doctor en investigaciones biológicas por la Universidad de Londres (Gran Bretaña). Fue profesor de la Escuela de Ciencias Biológicas del "Queen Mary College" (Londres); docente del posgrado e investigador del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. Asesor en temas relacionados con la contaminación de plaguicidas, hidrocarburos, metales y acidificación, así como de biología, ecotoxicología y monitoreo ambiental. Actualmente es profesor-investigador y colabora en el Laboratorio de Hidrobiología y Contaminación Acuática de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL) en la UJAT.

Laboratorio de Hidrobiología y Contaminación Acuática, División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT): Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86039; Villahermosa, Tabasco; México.

✉ gabriel.nunez@ujat.mx

ORCID 0000-0001-9217-6959

🌐 [https://www.researchgate.net/profile/Gabriel\\_Nunez2](https://www.researchgate.net/profile/Gabriel_Nunez2)

#### Como referenciar:

Núñez Nogueira, G. (2020). Coronavirus en aves acuáticas. *Kuxulkab'*, 26(56): 51-59, septiembre-diciembre. DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a26n56.3822>

#### Disponible en:

<http://www.revistas.ujat.mx>

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

DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a26n56.3822>

La actual pandemia del virus SARS-CoV-2 o de la enfermedad COVID-19, como se le conoce comúnmente, trajo el interés de la sociedad por una de las familias de virus de alto riesgo patológico-infeccioso, conocida como Coronavirus (CoV), taxonómicamente <Coronaviridae>". Los estudios genéticos revelan que este tipo de virus tiene un origen en murciélagos y aves. Algunas de las cepas más peligrosas causantes de infecciones respiratorias, se encuentran dentro de estos grupos de animales, justamente como el Síndrome Agudo Respiratorio Severo, 'SARS' por sus siglas en inglés ("Severe Acute Respiratory Syndrome").

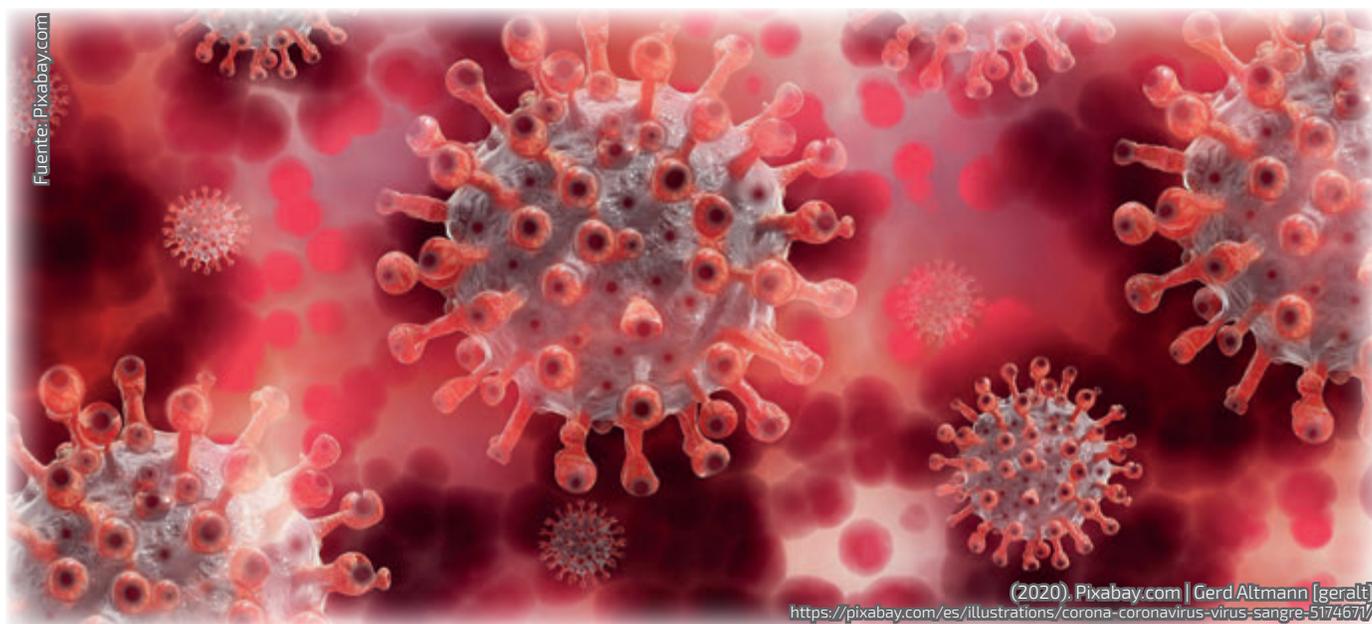
Las aves acuáticas no son la excepción y también se han visto expuestas a cepas de CoV que se han venido detectando en diversos grupos, identificándose dos órdenes principales, Anseriformes (gansos, patos, ocas, cisnes) y Charadriiformes (gaviotas, agujas, playeros, aguateros, picos de tijera, chorlos, golondrinas de mar, entre otros). La amplia distribución de estas aves en las zonas costeras y de humedales, pantanos o cuencas ribereñas, las convierte en posibles vectores hacia los ambientes acuáticos, y por ende, un medio de distribución rápido y de gran alcance geográfico. Esta situación también nos hace preguntarnos sobre ¿qué tipos de coronavirus se han reportado en aves?, ¿qué tan agresivos son?, ¿pueden afectar directamente al hombre?, ¿puede el COVID-19 encontrarse en aves?. Estas interrogantes, podrán ser respondidas eventualmente de manera particular para el SARS-CoV-2, o ya se están respondiendo, lo que nos permitirá comprender mejor los posibles escenarios asociados a estos organismos y poder hacer planteamientos más específicos sobre el impacto del COVID-19 y su posible, o no, distribución por aire a través de las aves.

### Características de los coronavirus

Los coronavirus (CoV) son patógenos asociados a cuadros de infección de tejidos o células epiteliales como epitelios gastrointestinales (causantes de gastroenteritis) y respiratorios (infecciones respiratorias), (Bosch, Pintó & Le Guyader, 2009; King, Adams, Cartens & Lefkowitz, 2012; Bouseettine, Hassou, Bessi & Ennaji, 2019). Su estructura consta de tres componentes: 1) material genético con el que se replica o reproduce dentro de las células infectadas, conocido como ARN (ácido ribonucleico de una cadena de entre 26 y 32 kilobases (kb) de longitud); 2) una proteína externa que lo rodea conocida como cápside (envoltura viral); y 3) una membrana que rodea y envuelve a la cubierta proteica, la cual ésta cubierta a su vez, de espículas que dan la forma de una <corona>, de donde reciben su nombre de coronavirus, y que les permite reconocer y entrar en contacto con la membrana de la célula que va a infectar (Avenidaño López, 2020; Malik, Sircar, Bhat, Sharun, Dhama, Dadar, Tiwari & chaicumpa, 2020); dichas espículas reciben el nombre de proteína <S>, del inglés "spike" (Avenidaño López, 2020).

Evolutivamente se reconoce que los coronavirus (CoV) tiene un origen en los murciélagos, derivándose en cerca de 52 variedades o especies virales por análisis poli-proteico (Woo, Lau, Lam, Tsang, Hui, Fan, Martelli & Yuen, 2014), o 20 variedades directas por análisis de genoma completo a partir de COVID-19 (Malik *et al.*, 2020), dentro de las cuales se albergan algunas de las cepas más tóxicas y letales de las últimas décadas.

«Se reconoce que los coronavirus tiene origen en los murciélagos, derivándose alrededor de 52 variedades o especies virales. La diversidad de coronavirus que se han encontrado entre las aves acuáticas, supera por mucho, las observadas en otros organismos acuáticos (peces, ranas y mamíferos marinos)»



Se reconoce que los CoV afectan principalmente a los organismos terrestres, como al humano, los murciélagos, felinos, perros, camellos y aves, y su potencial de incorporarse a organismos de vida acuática, ha sido demostrada (Leong, 2008; Chu, Leung, Gilbert, Joyner, Ng, tse, Guan, Peiris & Poon, 2011).

Los coronavirus forman parte de la familia Coronaviridae del Orden Nidovirales (Shi & Hu, 2008; Chu *et al.*, 2011; Kasmi, Khataby, Souiri, & Ennaji, 2019). Se conocen cuatro géneros con base en su filogenia y estructura genómica, dentro de una de las subfamilias que la conforman conocida como Orthocoronavirinae, destacan los *Alphacoronavirus*, *Betacoronavirus*, *Gammacoronavirus* y *Deltacoronavirus*, por su capacidad de infectar al ser humano a nivel respiratorio, y a otros organismos a nivel digestivo (enteritis), (Malik *et al.*). Dentro de este grupo de Nidovirales, encontramos virus como los ampliamente conocidos como el Síndrome Agudo Respiratorio Severo <SARS-CoV> (por sus siglas en inglés "Severe Acute Respiratory Syndrome") y el Síndrome Respiratorio del Medio Oriente <MERS-CoV> ("Middle East Respiratory Syndrome"), ambos pertenecientes al género *Betacoronavirus* y subgéneros *Sarbecovirus* y *Merbecovirus*, respectivamente (King *et al.*, 2012; Malik *et al.*). Estos dos tipos de virus son reconocidos como infecciosos de origen zoonótico, es decir, que el origen de su infección al humano es a partir de una transmisión de origen animal, por lo que se tiene que entrar en contacto con algún animal portador de la infección, para adquirirla.

En particular, se destacan los <GammaCoVs> y <DeltaCoVs> como los géneros que atacan a las aves, o bien, llegan a fungir como organismos vectores. Las tablas 1 y 2 muestran un resumen de los tipos de coronavirus que se han reportado para aves acuáticas en diversos países del mundo, como Camboya y Hong Kong (Chu *et al.*), Madagascar (de Sales Lima, Gil, Pedrono, Minet, Kwiatek, Souza Campos, Rosado Spilki; Roehe, Franco, Fridolin Maminiaina, Albina & de Almeida, 2015), Finlandia (Hepojoki, Lindh, Vapalahti & Huovilainen, 2017) y Brasil (Barbosa, Durigon, Thomazelli, Ometto, Marcatti, Shiavo Nardi, de Aguilar, Batista Pinho, Petry, Simão Neto, Serafini, Costa Rodrigues, Mendes de Azevedo, Góes & de Araujo, 2019).

**Tabla 1.** Coronavirus reportados en aves acuáticas del Orden Anseriformes de acuerdo con Cavanagh (2005); Shi & Hu (2008); Chu *et al.* (2011); de Sales *et al.* (2015); Hepojoki *et al.* (2017) y Barbosa *et al.* (2019).

Orden	Familia	Género	Especie	Tipo de CoV
Anseriformes	Anatidae (patos)	<i>Anas</i>	<i>domestica</i>	Gamma (SARS-CoV)
			<i>platyhynchos</i>	Gamma (SARS-CoV)
			<i>americana</i>	Delta (JQ065048)
			<i>crecca</i>	Gamma (J0109, J0121, J0126, J1393, J0559); Delta (J1420)
			<i>clypeata</i>	Gamma (K547, K554, K561, K589, J0554, J0807, J1300, J0901, J1491); Delta (J0590)
			<i>penelope</i>	Gamma (K596, J0588, J1561)
			<i>acuta</i>	Gamma (J1404, J1407, J1435, J1616, J1375, J1451, PBA-10, PBA-15, PBA-25, PBA-37, PBA-124)
			<i>erythrorhyncha</i>	Gamma (KM093874, KM093875, KM093876, KM093877)
			<i>hottentota</i>	Gamma (KM093880)
		<i>Dendrocygna</i>	<i>javanica</i>	Gamma (KH08-0852)
			<i>viduata</i>	Gamma (KM093872, KM093873, KM093878)
		<i>Aythya</i>	<i>fuligula</i>	Gamma (J1482)
	Anserinae (gansos)	<i>Anser</i>	<i>caerulescens</i>	Gamma (WIR-159)
			<i>anser</i>	Gamma (SARS)
			<i>cygnoides</i>	Gamma (DPV_16). Delta (DPV_5, DPV_10)
		<i>Branta</i>	<i>bernicla</i>	Gamma (KR-69, KR-70, KR88)

KUXULKAB' Revista de divulgación científica de la División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

### Coronavirus y las aves acuáticas

La diversidad de coronavirus (CoV) que se han encontrado entre las aves acuáticas, supera por mucho las observadas en otros organismos acuáticos como peces, ranas y mamíferos marinos, los cuales también han llegado evidenciar algún tipo de infección por CoV, aunque en muy contadas ocasiones (Nollens, Wellehan, Archer, Lowenstine & Gulland, 2010; Woo *et al.*; Schütze, 2016). Hasta el momento, en lo que al CoVID-19 se refiere, no existen evidencias de transmisión por aves hacia el humano (Decaro & Lorusso, 2020; Malik *et al.*). Sin embargo, la presencia de otras variedades de SARS-CoV centra nuestra atención en los animales que puedan ser portadores de este tipo de CoV, desde el surgimiento de su primer brote en China en el 2003 (Shi & Hu, 2008).

De los grupos de animales asociados a los ambientes acuáticos, las aves son el grupo con mayor diversidad de CoV, con múltiples variedades identificadas genéticamente (tabla 1 y 2), en dos de los cuatro géneros (*Gammacoronavirus* y *Deltacoronavirus*, respectivamente) pertenecientes a la subfamilia Orthocoronavirinae (Chu *et al.*).

**Tabla 2.** Coronavirus reportados en aves acuáticas de diferentes ordenes de acuerdo con Cavanagh (2005); Shi & Hu (2008); Chu *et al.* (2011); de Sales *et al.* (2015); Hepojoki *et al.* (2017) y Barbosa *et al.* (2019).

Orden	Familia	Género	Especie	Tipo de ave	Tipo de CoV
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardeola</i>	<i>bacchus</i>	Garcilla	Delta (KH08-1475, KH08-1474)
		<i>Ardea</i>	<i>cinerea</i>	Garza	Delta (K581, K513)
		<i>Bubulcus</i>	<i>ibis</i>	Garza	Gamma (KM093897)
	Threskiornithidae	<i>Platalea</i>	<i>minor</i>	Espátula	Delta (J0569)
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax</i>	<i>carbo</i>	Cormorán	Delta (J0982, J1517)
Gruiformes	Rallidae	<i>Rallus</i>	<i>madagascariensis</i>	Rascón	Gamma (KM093896)
		<i>Porphyryla</i>	<i>alleni</i>	Gallereta	Gamma (KM093890, KM093891, KM093892, KM093893, KM093894)
		<i>Gallinula</i>	<i>chloropus</i>	Gallineta	Gamma (KM093881, KM093885, KM093887). Delta (JQ065049.1)
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius</i>	<i>pecuarius</i>	Frailecillo	Gamma (KM093879, KM093883, KM093884)
		Scolopacidae	<i>Gallinago</i>	<i>macroactyla</i>	Agachona
	<i>Calidris</i>		<i>mauri</i>	Playero	Gamma (KR-28)
	<i>ptilocnemis</i>		Playero	Gamma (CIR-66187, CIR-665821)	
			<i>alba</i>	Playero	Gamma (PNLP100)
			<i>fuscicollis</i>	Playero	Gamma (PNLP159)
	Laridae	<i>Larus</i>	<i>sp.</i>	Gaviota	Delta (JX548304)
			<i>hyperboreus</i>	Gaviota	Gamma (PBA-173)
			<i>glaucescens</i>	Gaviota	Gamma (CIR-66002, GU396682)
			<i>Chroicocephalus</i>	<i>ridibundus</i>	Gaviota
	Rostratulidae	<i>Rostratula</i>	<i>benghalensis</i>	Espátula	Gamma (KM093883)
	Rynchopidae	<i>Rynchops</i>	<i>niger</i>	Pico tijera	Delta (PNLP115)

Diferentes tipos de aves, como las gaviotas ('*Larus hyperboreus*', '*L. glaucescens*'); gansos ('*Branta bernicla*', '*Anser caerulescens*'); espátulas ('*Platalea minor*'); garzas ('*Ardea cinerea*', '*Ardeola bacchus*'); cormoranes ('*Phalacrocorax carbo*') y diversas especies de patos ('*Anas americana*', '*A. crecca*', '*A. clypeata*', '*A. penelope*', '*A. acuta*', '*Dendrocygna javanica*') son de los grupos portadores de coronavirus (CoV), lo que resulta importante al considerar que algunas de ellas, como el cormorán y los patos, presentan conductas migratorias que permitirían una distribución geográfica amplia de estos tipos de virus (Barbosa *et al.*), y aunque no se detectó ningún reporte de infección humana originada partir de aves acuáticas, el estudio ecológico de éstas relaciones, se vuelve indispensable para poder comprender mejor la relación entre aves y CoV, y su epidemiología tanto entre aves, como con otras especies con las que interactúan (Chu *et al.*).

Fuente: Pixabay.com



(2020). Pixabay.com | Christine Sponchia [Sponchia]  
<https://pixabay.com/es/photos/aves-acu%C3%A1ticas-las-aves-estanque-3756126/>

De forma general, se observa que los GammaCoVs son los más ampliamente representados entre las aves acuáticas. Durante la presente revisión, se pudieron detectar 41 variedades de GammaCoVs en Anseriformes, uno en Pelecaniformes, nueve en Gruiformes y 20 en Charadriiformes. Los patos del género '*Anas sp.*' y '*Anser sp.*' son los más representados y son justamente los que han mostrado la capacidad de portar incluso cepas de SARS-CoV. Particularmente se destacan '*Anas domestica*', '*Anas platyhynchos*' y '*Anser anser*' (tabla 1). Por otra parte, las variedades del tipo DeltaCoVs, aunque se han encontrado más recientemente en un menor número de casos, en esta revisión se pudieron encontrar reportadas 13 variedades, distribuidas entre los cuatro ordenes de aves mencionadas.

Las posibilidades de que estos virus puedan ser dispersados por las zonas de distribución donde habitan, a través del guano, representa no solo una fuente de posible contagio para organismos terrestres, sino también de contaminación microbiológica de las aguas que entran en contacto con los excrementos de estas aves. Las heces fecales son uno de los materiales ideales de transferencia de virus hacia los cuerpos de agua.

En el humano y en muchos animales, la transferencia hacia la zona bucal por poca higiene, o la ingesta de agua contaminada, permite que los virus ingresen al aparato digestivo, infectando y replicándose en el tracto gastrointestinal, para posteriormente ser expulsados en grandes números nuevamente en las heces producidas por las personas o animales infectados (Petrović & D'Agostino, 2016). Se calcula que cerca de 10,000 millones de partículas virales están presentes por cada gramo de excremento (Farthing, 1984).

Este tipo de agentes contaminantes pueden eventualmente llegar a lagos, lagunas, ríos y mares, convirtiéndose en vectores de virus hacia el ambiente acuático. Es así, que los virus pueden llegar a entrar en contacto con los organismos acuáticos de vida libre o en granjas acuícolas y posteriormente éstos ser transmitidos a los humanos al convertirse en mascotas, o alimento, y que, en un futuro próximo, podría ser la vía para nuevos brotes de coronavirus, lo que tendrá que evaluarse directa y específicamente para el CoVID-19 en corto plazo.

Tomando consideraciones para México, es interesante ver que de los 20 géneros de aves que se muestran en las tablas 1 y 2, 17 géneros y 14 especies se encuentran presentes en territorio mexicano (Berlanga, Gómez de Silva, Vargas Canales, Rodríguez Contreras, Sánchez González, Ortega Álvarez & Calderón Parra, 2015), que han mostrado tener coronavirus (CoV) en otros países, lo que permite suponer que la posibilidad de llegar a sufrir este tipo de infecciones en poblaciones de aves en territorio mexicano, no es descartable en el futuro, de llegar a estar en contacto con estos virus.

Como ya se mencionó, aunque actualmente no existen estudios publicados sobre el riesgo real de contagio por CoVID-19 a partir de aves en general, si existen antecedentes de otras infecciones virales que han sido transmitidas al humano a partir de animales provenientes tanto de vida silvestre, como de cautiverio (Petrović & D'Agostino, 2016; Shapiro, 2017). Para el comité mixto de la Organización Mundial de la Salud (WHO, por su nombre en inglés "World Health Organization") y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, "Food and Agriculture Organization of the United Nations"), (FAO & WHO, 2008), los coronavirus asociados al síndrome de respiración aguda (SARS-CoV), son virus de preocupación por transmisión a través de los alimentos.

Existen otros virus, que, aunque no se ha comprobado, se les asocia con aves expuestas a aguas contaminadas por virus, como los asociados a la gripe aviar H5N1 y la influenza aviar A1, también altamente infecciosos, igualmente reconocidos por su transmisión al humano a partir de la carne y sangre de pato (Tumpey, Suarez, Perkins, Senne, Lee, Lee, Mo, Sung & Swayne, 2003; EFSA, 2011), lo que requiere de estudios de monitoreo extensos, ya que los patos son de los grupos de aves con mayor presencia de coronavirus (CoV), e incluso, dentro del grupo de aves acuáticas, las que han evidenciado portar otras variedades del SARS-CoV (tabla 1).

Por el momento, mientras no se tengan mayores elementos científicos que permitan tener la certeza de la no diseminación de la pandemia de CoVID-19 a través de aves acuáticas, lo más conveniente es seguir las indicaciones que las autoridades sanitarias han venido emitiendo al respecto. Dentro de estas indicaciones, se resaltan las realizadas por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2020), la cual recomienda evitar el contacto sin protección adecuada con animales silvestres y de granja, e incluso se ha recomendado no acercarse a los mercados públicos donde se comercializan animales silvestres, tanto vivos como sacrificados (Malik *et al.*).

## Conclusiones

Las aves Anseriformes como los patos y gansos, al igual que los Charadriiformes como las gaviotas, son importantes agentes portadores y posibles vectores de coronavirus (CoV). En particular los gansos y patos llegan a portar SARS-CoV, que, aunque no correspondan al tipo del CoVID-19, ameritan importante seguimiento por su alta patogenicidad e infectividad de vías respiratorias para el humano. Los virus detectados en aves se centran en solo dos géneros hasta el momento, *Gammacoronavirus* y *Deltacoronavirus*.

La presencia de CoV en aves acuáticas es una realidad, que ha evidenciado su capacidad de transmisión hacia organismos tanto en vida silvestre, como en cautiverio o aves de corral. Al igual que, con otros tipos de virus como los de la influenza, las aves acuáticas resultan ser un reservorio natural, principalmente los patos, que, por sus conductas migratorias, ameritan ser estudiadas y analizadas tanto ecológicamente como epidemiológicamente.

La alta capacidad adaptativa de los virus, su amplia distribución y potencial de recombinación de su material genético, son factores que favorecen su eventual mutación o recombinación, dando lugar a la gran diversidad genómica que se observa en este tipo de aves, y que eventualmente pueden llegar a generar una patogenicidad de virus como el CoVID-19 a través de los ambientes acuáticos.

## Reflexiones

El esfuerzo de la comunidad científica deberá continuar durante los años próximos para conocer más detalles del CoVID-19, como son su capacidad de adaptación genética, de mutación y recombinación, identificar las rutas de origen zoonótico (animal), los organismos vectores (aves, mamíferos, peces, moluscos y ranas), eventos de transmisión animal-humano, que permitan eliminar las sospechas de transmisión, almacenaje natural silvestre y riesgos de contagio, estableciendo programas efectivos y realistas en el control de la transmisión de virus tan agresivos y letales como los coronavirus.

Se reconoce que los genotipos virales con potencial epidemiológico pueden llegar a ser muy variables, como resultado de sus propias características genéticas, que les permiten soportar y sobrevivir, así como diseminarse e incluso mutar a lo largo de las cadenas tróficas (Bosch, Pintó & Guix, 2016).

Aunque hay quien especule que algunos coronavirus (CoV) no duraran mucho en el ambiente, sobre todo en ambientes tropicales y subtropicales (Booth, 2018), por su intolerancia a las altas temperaturas, la diversidad y presencia de CoV en los organismos acuáticos portadores y sujetos a infección, deber ser monitoreados, y se debe de evaluar a las variedades de virus identificadas en poblaciones silvestres y estudiar a las poblaciones de hospederos, para comprender mejor su potencial infeccioso y evitar futuros brotes ("outbreaks) en nuevas poblaciones silvestres, que eventualmente alcancen al ser humano.

### Reconocimientos

El autor reconoce el apoyo proporcionado por el <Programa Institucional para el Ingreso al Sistema Nacional de Investigadores de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (PII SNI-UJAT)>, para la realización del presente trabajo.

### Referencias

- Avendaño López, C.** (2020). Aportaciones de las ciencias biomédicas en el estado de alarma motivado por la pandemia del virus SARS-COV-2. *Anales de La Real Academia Nacional de Farmacia*, 86(1): 09-17. <[https://analesranf.com/articulo/8601\\_op02/](https://analesranf.com/articulo/8601_op02/)>
- Barbosa, C.M.; Durigon, E.L.; Thomazelli, L.M.; Ometto, T.; Marcatti, R.; Shiavo Nardi, M.; de Aguiar, D.M.; Batista Pinho, J.; Petry, M.V.; Simão Neto, I.; Serafini, P.; Costa Rodrigues, R.; Mendes de Azevedo, S.; Góes, L.G.B. & de Araujo, J.** (2019). Divergent coronaviruses detected in wild birds in Brazil, including a central park in São Paulo. *Brazilian Journal of Microbiology*, 50(2): 547-556. DOI <<https://doi.org/10.1007/s42770-019-00065-7>>
- Berlanga, H.; Gómez de Silva, H.; Vargas Canales, V.M.; Rodríguez Contreras, V.; Sánchez González, L.A.; Ortega Álvarez, R. & Calderón Parra, R.** (2015). *Aves de México: lista actualizada de especies y nombres comunes*, (p. 117). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). ISBN 978-607-8326-33-8. DOI <<https://doi.org/10.5962/bhl.title.118761>>
- Booth, M.** (2018). Chapter Three - Climate Change and the Neglected Tropical Diseases. In: Rollinson, D. & Stothard, J.R. (Eds.); *Advances in Parasitology*, (Vol. 100; pp. 39-126). Academic Press. DOI <<https://doi.org/10.1016/bs.apar.2018.02.001>>
- Bosch, A., Pintó, R.M. & Le Guyader, F.S.** (2009). 3 - Viral contaminants of molluscan shellfish: detection and characterisation. *Shellfish Safety and Quality*, 83-107. DOI <<https://doi.org/10.1533/9781845695576.2.83>>
- Bosch, A.; Pintó, R.M. & Guix, S.** (2016). Foodborne viruses. *Current Opinion in Food Science*, 8: 110-119. DOI <<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.04.002>>
- Bouseettine, R.; Hassou, N.; Bessi, H. & Ennaji, M.M.** (2019). Chapter 40 - Waterborne transmission of enteric viruses and their impact on public health. In: Ennaji, M.M. (Ed.); *Emerging and Reemerging Viral Pathogens: fundamental and basic virology aspects of human, animal and plant*, (Vol. 1; pp. 907-932). Academic Press. DOI <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819400-3.00040-5>>

**Cavanagh, D.** (2005). Coronaviruses in poultry and other birds. *Avian Pathology*, 34(6): 439-448. DOI «<https://doi.org/10.1080/03079450500367682>»

**Chu, D.K. W.; Leung, C.Y.H.; Gilbert, M.; Joyner, P.H.; Ng, E.M.; Tse, T.M.; Guan, Y.; Peiris, J.S.M. & Poon, L.L.M.** (2011). Avian coronavirus in wild aquatic birds. *Journal of Virology*, 85(23): 12815-12820. DOI «<https://doi.org/10.1128/jvi.05838-11>»

**de Sales Lima, F.E.; Gil, P.; Pedrono, M.; Minet, C.; Kwiatek, O.; Souza Campos, F.; Rosado Spilki, F.; Roehe, P.M.; Franco, A.C.; Fridolin Maminiana, O.; Albina, E. & de Almeida, R.S.** (2015). Diverse gammacoronaviruses detected in wild birds from Madagascar. *European Journal of Wildlife Research*, 61(4): 635-639. DOI «<https://doi.org/10.1007/s10344-015-0931-7>»

**Decaro, N. & Lorusso, A.** (2020). Novel human coronavirus (SARS-CoV-2): A lesson from animal coronaviruses. *Veterinary Microbiology*, 244: 108693. DOI «<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108693>»

**EFSA (European Food Safety Authority) Panel on Biological Hazards (BIOHAZ).** (2011). Scientific opinion on An update on the present knowledge on the occurrence and control of foodborne viruses. *EFSA Journal*, 9(7): 1-96. DOI «<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2190>»

**FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) & WHO (World Health Organization).** (2008). *Viruses in food: scientific advice to support risk management activities*, (Microbiological Risk Assessment Series; Vol. 13; p. 58). Rome; Italy. Recovered from «<https://www.who.int/foodsafety/publications/viruses-food/en/>»

**Farthing, M.J.G.** (1984). *Viruses and the Gut*. Walwyn Garden City, Hertfordshire: Smith Kline & French LTD.

**Hepojoki, S.; Lindh, E.; Vapalahti, O. & Huovilainen, A.** (2017). Prevalence and genetic diversity of coronaviruses in wild birds, Finland. *Infection Ecology and Epidemiology*, 7(1). DOI «<https://doi.org/10.1080/2008686.2017.1408360>»

**Kasmi, Y.; Khataby, K.; Souiri, A. & Ennaji, M.M.** (2019). Chapter 7 - Coronaviridae: 100,000 years of emergence and reemergence. In: Ennaji, M.M. (Ed.); *Emerging and Reemerging Viral Pathogens: fundamental and basic virology aspects of human, animal and plant*, (Vol. 1; pp. 127-149). Academic Press. DOI «<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819400-3.00007-7>»

**King, A.W.Q.; Adams, M.J.; Cartens, E.B. & Lefkowitz, E.J.** (Eds.). (2012). *Virus taxonomy: classification and nomenclature of viruses*, (Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses; p. 1338). United States of America: Elsevier. DOI «<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384684-6.00068-9>»

**Leong, J.C.** (2008). Fish Viruses. In: Brian W.J.M. & Van Regenmortel, M.H.V. (Eds.); *Encyclopedia of Virology*, (Third Edition; pp. 227-234). Academic Press. DOI «<https://doi.org/10.1016/B978-012374410-4.00400-3>»

**Malik, Y.S.; Sircar, S.; Bhat, S.; Sharun, K.; Dhama, K.; Dadar, M.; Tiwari, R. & Chaicumpa, W.** (2020). Emerging novel coronavirus (2019-nCoV)-current scenario, evolutionary perspective based on genome analysis and recent developments. *Veterinary Quarterly*, 40(1): 68-76. DOI «<https://doi.org/10.1080/01652176.2020.1727993>»

**Nollens, H.H.; Wellehan, J.F.X.; Archer, L.; Lowenstine, L.J. & Gulland, F.M.D.** (2010). Detection of a respiratory coronavirus from tissues archived during a pneumonia epizootic in free-ranging Pacific harbor seals '*Phoca vitulina richardsii*'. *Diseases of Aquatic Organisms*, 90(2): 113-120. DOI «<https://doi.org/10.3354/dao02190>»

**Petrović, T. & D'Agostino, M.** (2016). Chapter 5 - Viral Contamination of Food. In: Barros-Velázquez, J. (Ed.); *Antimicrobial Food Packaging*, (pp. 65-79). Academic Press. DOI «<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800723-5.00005-X>»

**Schütze, H.** (2016). Chapter 20 - Coronaviruses in Aquatic Organisms. In: Kibenge, F.S.B. & Godoy, M.G. (Eds.); *Aquaculture Virology*, (pp. 327-335). Academic Press. DOI «<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801573-5.00020-6>»

**Shapiro, D.S.** (2017). 74 - Infections acquired from animals other than pets. In: Cohen, J.; Powderly, W.G. & Opal, S.M. (Eds.); *Infectious Diseases*, (Fourth Edition; pp. 663-669.e2). Elsevier. DOI «<https://doi.org/10.1016/b978-0-7020-6285-8.00074-5>»

**Shi, Z. & Hu, Z.** (2008). A review of studies on animal reservoirs of the SARS coronavirus. *Virus Research*, 133(1): 74-87. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.virusres.2007.03.012>»

**Tumpey, T.M.; Suarez, D.L.; Perkins, L.E.L.; Senne, D.A.; Lee, J.; Lee, Y.J.; Mo, I.P.; Sung, H.W. & Swayne, D.E.** (2003). Evaluation of a High-Pathogenicity H5N1 Avian Influenza A Virus Isolated from Duck Meat. *Avian Diseases*, 47(s3): 951-955. DOI «<https://doi.org/10.1637/0005-2086-47.s3.951>»

**WHO (World Health Organization).** (2020). Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public. *Advice for the public, WHO* [Web]. Recovered from «<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>»

**Woo, P.C.Y.; Lau, S.K.P.; Lam, C.S.F.; Tsang, A.K.L.; Hui, S.-W.; Fan, R.Y.Y.; Martelli, P.; Yuen, K.-Y.** (2014). Discovery of a Novel Bottlenose Dolphin Coronavirus Reveals a Distinct Species of Marine Mammal Coronavirus in *Gammacoronavirus*. *Journal of Virology*, 88(2): 1318-1331. DOI «<https://doi.org/10.1128/jvi.02351-13>»





**RESGUARDO, PROTECCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE ESPECIES ENDÉMICAS EN LAS INSTALACIONES DE LA DACBiol:  
UMA DE PSITÁCIDOS.**

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).  
Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez (Coordinación de Difusión Cultural y Extensión de la DACBiol).*

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

DACBIol



**FACHADA PRINCIPAL DE LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS E INGRESO PRINCIPAL AL «CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS (CICEA)»**

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).  
Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez.*



**KUXULKAB<sup>1</sup>**

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.

