



ISSN 2448-508X

KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 26

Número 55

Mayo-Agosto 2020

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas



« REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA »



**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

M. en C. Rosa Amanda Florido Araujo
Editor en jefe

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

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

Ing. Armando Hernández Triano
Soporte técnico institucional

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

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)

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:

Reconocimientos a profesores e infraestructura de la DACBioI, UJAT.

Diseño de:

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

Fotografías de:

Imágenes de cortesía y obtenidas de diversas fuentes o acervos institucionales.

KUXULKAB', año 26, No. 55, mayo-agosto 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. Editor responsable: Rosa Amanda Florido Araujo. 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:

Con orgullo, es grato presentar a la comunidad estudiantil universitaria y público en general, el segundo número del 2020 de *Kuxulkab'*. Éste se encuentra organizado con cuatro aportaciones relacionadas a resultados de investigaciones realizadas localmente, así como una revisión bibliográfica. Además incluimos el discurso en respuesta al reconocimiento emitido por el H. Congreso del Estado de Tabasco a un profesor-investigador de nuestra División Académica.

A continuación brindamos un corto resumen de cada una de las aportaciones que conforman esta publicación:

«**Revisión de las temáticas emergentes de la sostenibilidad de los humedales: cambio climático y energía**»; documento donde se expone el análisis de una revisión bibliográfica respecto al tema de la sostenibilidad de los humedales y su relación con el cambio climático y el uso de la energía.

«**Efecto de 'Tribulus terrestris' en la sobrevivencia e inducción sexual en tilapia**»; evaluación del efecto de tal especie sobre alevines de este pez en cuanto a la sobrevivencia, proporción de sexos y efecto anabólico.

«**Fomento de la cultura de compostaje seleccionando residuos orgánicos en hogares de Monte Adentro, Paraíso, Tabasco**»; escrito que muestra los resultados sobre el consumo semanal de frutas y vegetales de familias en dicha comunidad, y que pueden ser utilizados para la creación de composta u otras estrategias.

«**Discurso por la entrega de la 'Medalla al Mérito por la Defensa al Medio Ambiente'**»; discurso por la doctora Lilia María Gama Campillo en respuesta a la entrega de dicho reconocimiento con motivo del Día Mundial del Medio Ambiente por el H. Congreso del Estado de Tabasco.

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

Arturo Garrido Mora
DIRECTOR DE LA DACBIOL-UJAT

Rosa Amanda Florido Arayo
EDITOR EN JEFE DE KUXULKAB'

Contenido

REVISIÓN DE LAS TEMÁTICAS EMERGENTES DE LA SOSTENIBILIDAD DE LOS HUMEDALES: CAMBIO CLIMÁTICO Y ENERGÍA 05-14

REVIEW OF THE EMERGING THEMES OF WETLAND SUSTAINABILITY: CLIMATE CHANGE AND ENERGY

Christian Alejandra Vidal Sierra, Ciro Alfonso Serna Mendoza, Coral Jazvel Pacheco Figueroa, Juan de Dios Valdez Leal, Jhon Fredy Betancur Pérez & Eduardo Javier Moguel Ordóñez

EFFECTO DE *Tribulus terrestris* EN LA SOBREVIVENCIA E INDUCCIÓN SEXUAL EN TILAPIA 15-22

EFFECT OF *Tribulus terrestris* ON SURVIVAL AND SEX INDUCTION ON TILAPIA

Alba Rocío Ochoa Meza, Julia Icela Galindo Félix & Karen Abigail Moreno Rochín

FOMENTO DE LA CULTURA DE COMPOSTAJE SELECCIONANDO RESIDUOS ORGÁNICOS EN HOGARES DE MONTE ADENTRO, PARAÍSO, TABASCO 23-30

PROMOTION OF A COMPOSTING CULTURE BY SELECTING ORGANIC WASTE IN HOMES OF MONTE ADENTRO, PARAÍSO, TABASCO

Susana Pérez Santos, Gladys del Carmen Velázquez López & Alexander Vargas Almeida

DISCURSO POR LA ENTREGA DE LA «MEDALLA AL MÉRITO POR LA DEFENSA AL MEDIO AMBIENTE 2019» 31-34

ACCEPTANCE SPEECH FOR THE «MEDAL OF ENVIRONMENTAL ADVOCACY 2019»

Lilia María Gama Campillo



EFECTO DE *Tribulus terrestris* EN LA SOBREVIVENCIA E INDUCCIÓN SEXUAL EN TILAPIA

EFFECT OF *Tribulus terrestris* ON SURVIVAL AND SEX INDUCTION ON TILAPIA

Alba Rocío Ochoa Meza^{1✉}, Julia Icela Galindo Félix² & Karen Abigail Moreno Rochín³

¹Doctora en ciencias; profesora-investigadora del Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui (ITVY), con actividades de docencia e investigación en el área de acuicultura; su línea de investigación es la sanidad y manejo de recursos acuícolas y pesqueros. ²Bióloga con especialidad en biotecnología; profesora-investigadora del ITVY y participante en la línea de investigación de sanidad y manejo de recursos acuícolas y pesqueros. ³Estudiante de la Licenciatura en Biología del ITVY; residente en el proyecto de investigación «Reversión en peces de ornato con extracto de '*Tribulus terrestris*' y hormonas comerciales».

Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui (ITVY): Av. Tecnológico, Block 611, Valle del Yaqui Bécum; C.P. 85276 (A.P. 197 en Ciudad Obregón); Sonora; México.

✉ aochoa.meza@itvy.edu.mx

0000-0001-8108-9876

Como referenciar:

Ochoa Meza, A.R.; Galindo Félix, J.I. & Moreno Rochín, K.A. (2020). Efecto de '*Tribulus terrestris*' en la sobrevivencia e inducción sexual en tilapia. *Kuxulkab'*, 26(55): 15-22, mayo-agosto. DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a26n55.3233>

Disponible en:

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

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

DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a26n55.3233>

Resumen

En las piscifactorías de tilapia se demandan crías inducidas o revertidas para mantener los estándares de cultivo que son costosos por los productos que utilizan. En este estudio, se evaluó el efecto de '*Tribulus terrestris*' en sobrevivencia, proporción de sexos y efecto anabólico, con tres tratamientos y un control (Tt 0.5, 1 % y 17- α -metiltestosterona). Todos ellos por triplicado con 90 alevines por tratamiento durante 90 días. El resultado mostró que *Tribulus* al 0.5 % tuvo un mayor índice de sobrevivencia y el control tuvo los valores más bajos. No hubo diferencias significativas en ganancia de peso entre *Tribulus* al 1 % y control. En talla, control presentó mayor crecimiento con respecto a los tres tratamientos hormonales. Estos resultados marcan la pauta para usar '*Tribulus terrestris*' como un inductor sexual en la piscicultura del sur de Sonora.

Palabras clave: '*Tribulus terrestris*'; Reversión; Tilapia; Anabolismo.

Abstract

Induced or reverted offspring are demanded in tilapia fish farms to maintain culture standards because of the expensive cost of the products used in fish farming. In this study, the effect of '*Tribulus terrestris*' on survival, sex ratio, and anabolic effect was evaluated with three treatments and one control (Tt 0.5, 1 %, and 17- α -methyltestosterone). All of them in triplicate with 90 fry per treatment for 90 days. The results showed that *Tribulus* at 0.5 % had a greater survival rate and control had the lowest survival values. There was no significant difference in weight gain between *Tribulus* at 1 % and control. In size, control presented greater growth with respect to the three hormonal treatments. These results set the tone for using '*Tribulus terrestris*' as a sexual inducer in fish farming in southern Sonora.

Keywords: '*Tribulus terrestris*'; Reversion; Tilapia; Anabolism.

El uso de plantas con propiedades medicinales es común en la medicina humana y para algunos organismos superiores; sin embargo, no existen muchos reportes en cuanto a los efectos que estos puedan tener sobre los organismos acuáticos; así mismo, la importancia que en los últimos tiempos esta forma de tratamiento ha cobrado, es debido al descubrimiento de los efectos secundarios que producen los fármacos sintéticos o bien, los residuos de las actividades humanas en los ecosistemas acuáticos.

Existen solamente algunos reportes sobre la utilización de fármacos derivados de los compuestos activos, de diversas plantas en distintas regiones del planeta, utilizados como antivirales tales como la albahaca morada, la guayaba y el cerezo occidental para tratar el virus de las necrosis hipodérmica y hematopoyética (IHHNV) y el virus de la cabeza amarilla (YHV) en camarón, según lo reportado por Prieto, Auró de Ocampo, Fernández & Pérez (2005); antibacterianos como el orégano (Gracia-Valenzuela, Vergara-Jiménez, Baez-Flores & Cabrera-Chavez, 2014) o estimulantes del sistema inmune como la yuca y la quillaja (Cortes, H. 2019; comunicación personal) e incluso como precursores de compuestos hormonales por citar algunos.

En el Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui (ITVY) se realizó un experimento donde se evaluó el efecto del abrojo de flor amarilla, cadillo, cabeza de toro o torito (*Tribulus terrestris*) (Tt), sobre el proceso de inducción sexual en tilapia negra (*Oreochromis niloticus*). Los trabajos sobre inversión sexual (producción de organismos de un solo sexo), han sido ampliamente desarrollados por numerosos investigadores a través del tiempo y ha sido practicada, en anfibios y aves.

Los primeros intentos de inversión sexual en peces tuvieron lugar en los años treinta (Hurtado, 2005). La inversión sexual ha sido lograda, gracias al conocimiento preciso de los esteroides sexuales, tanto andrógenos como estrógenos, así como de los mecanismos de determinación sexual (gonocodismo y hermafroditismo) de las especies que han servido como objeto de experimentación.

Debido a lo mencionado, anteriormente, *Tribulus* es considerada una planta herbácea de vida corta, cuyos compuestos bioactivos son capaces de inducir la producción de testosterona y no genera riesgo ambiental reduciendo el efecto tóxico residual de los productos hormonados. Sin embargo, esta planta no ha sido evaluada cuando se suministra en polvo a organismos acuáticos.

Esta reportado que '*Tribulus terrestris*' eleva los niveles de testosterona en animales y humanos, en estos últimos se ha utilizado para tratar la impotencia y se ha encontrado que aumenta niveles de testosterona (Adaikan, Gauthaman, Prasad & Ng, 2000; Gauthaman, Adaikan & Prasad, 2002). Dicha planta contiene protodioscina, una saponina, que es considerada la sustancia principal responsable de aumentar la producción de testosterona (Ganzera, Bedir & Khan, 2001). No hay informes sobre la acumulación de protodioscina en el agua del sedimento o sobre la toxicidad de '*Tribulus terrestris*' en peces.

«El uso de hormonas para la inducción sexual en peces con importancia económica, es una práctica común en los sistemas de producción comerciales. Usar plantas de manera simple como polvos o harinas, es una manera de emular las condiciones en las cuales los productores acuícolas pudiesen utilizarlos»



(2020). Mundo Buena Forma
<https://www.mundobuenaforma.com/tribulus-terrestris-para-que-sirve-y-como-tomar/>

Desarrollo del estudio

Se evaluó el efecto del polvo de la planta '*Tribulus terrestris*' como suplemento en el alimento de alevines de tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) para determinar el efecto tóxico y el porcentaje de inducción o reversión sexual; el alimento se preparó mediante mezcla directa del polvo de la planta con el alimento comercial en dos concentraciones (0.5 y 1 %); se adicionó aceite de pescado como atrayente y se suministró a saciedad a los distintos tratamientos en tres raciones por día.

El diseño experimental se desarrolló en el laboratorio de acuicultura del Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui y constó de tres tratamientos (0.5 y 1 % de Tt y 17- α -metiltestosterona al 1 %) y un control (alimento al 42 % PB) con tres replicas por tratamiento; los cuales se mantuvieron bajo condiciones experimentales con monitoreo de parámetros fisicoquímicos: temperatura (T °C), el grado de alcalinidad o acidez (pH), y oxígeno disuelto.

Se determinó la proporción de sexos mediante observación de papilas genitales externas, utilizando azul de metileno como colorante para una correcta diferenciación. Las biometrías se realizaron mediante el registro de peso individual de los

organismos en una balanza semi-analítica Ohaus, a los 30, 60 y 90 días de tratamiento con la cual se registró la ganancia en peso en cada periodo, así como el registro de talla, el cual se realizó con ayuda de un vernier durante los mismos periodos.

Resultados

Sobrevivencia. En relación a la sobrevivencia de los organismos tratados con el alimento suplementado con *Tribulus* en polvo y la hormona sintética (gráfica 1), se observó que el tratamiento de 0.5 % de *Tribulus* presentó mayor sobrevivencia a los 30, 60 y 90 días; el control presentó menor sobrevivencia a los 30 y 90 días; 17- α -metiltestosterona mantuvo una sobrevivencia final del 45 %, mientras en *Tribulus* en la concentración de 1 % presentó una sobrevivencia final del 70 % mucho mayor que el control.

Según lo reportado por Manrique-Orozco, Calvo-Cardona & Cardona-Bermúdez (2018) la adición de *Tribulus* en polvo no incide negativamente en la sobrevivencia de los organismos en un ensayo realizado en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mikiis*); de la misma manera en ensayos

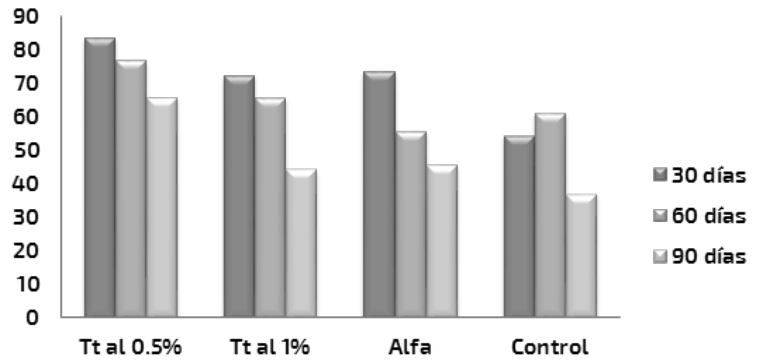
reportados por Galindo-Félix, Ochoa-Meza, Moreno-Lugo & Juárez-Moreno (2019) donde se utilizó extracto acuoso de *Tribulus terrestris*; no se presentaron efectos negativos en la sobrevivencia de peces guppy (*Poecilia reticulata*). Lo anterior coincide también, con lo reportado por Ghosal & Chakraborty (2017) donde mencionan que la utilización de polvo y extractos acuosos de semillas y hojas, no presentan efectos adversos en la salud general de los peces como tilapia y algunas especies de ornato de la familia de los Poecílidos.

Ganancia en peso (g). En cuanto a este parametro, los resultados muestran que *Tribulus terrestris* al 1 % presentó una ganancia en peso mayor que Tt 0.5 % y que 17- α -metiltestosterona, pero no fue mejor que el control (gráfica 2). Estadísticamente no se muestran diferencias significativas entre el control y Tt al 1 %; sin embargo, si se observaron diferencias entre este último y la hormona comercial.

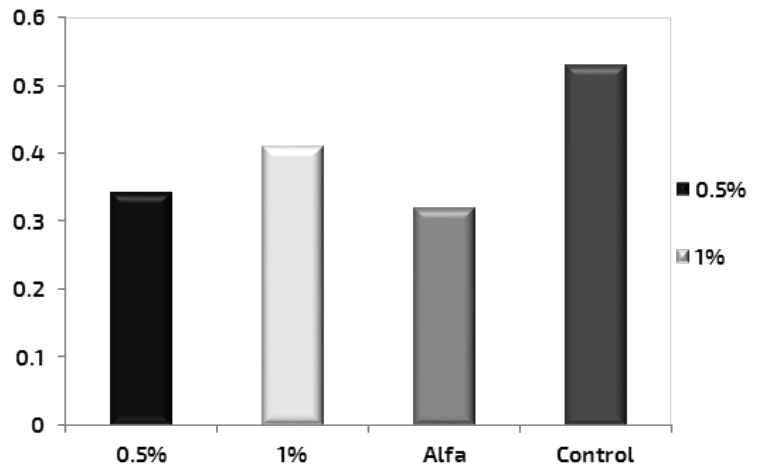
Según lo reportado por Çek, Turan & Atik (2007a, 2007b), las tasas de crecimiento y supervivencia de *Tribulus terrestris* fueron mejores cuando son comparados con hormonas comerciales en diferentes especies: pez gato (*Clarias gariepinus*), ciclido cebrá (*Cichlasoma nigrofasciatum*) y peces guppy (*Poecilia reticulata*); así mismo, encontraron éxito en la inducción sexual, espermatogénesis y mayores tasas de crecimiento que en progenies no tratadas.

En estudios previos realizados por Salgado, Azpeitia, Marañón & Maya (2008) se reporta que el uso de compuestos esteroidales como el acetato de trembolona y testosterona mejoran la ganancia en peso de los peces guppy. En otras especies como trucha arcoíris, *Tribulus* en concentraciones de 3 y 5 % no presenta un efecto en la masculinización; sin embargo, ejerce un efecto anabólico significativo, reflejado en ganancia de peso y talla y no resulta costoso utilizarlo en comparación con la hormona usualmente utilizada para dicho fin (17- α -metiltestosterona).

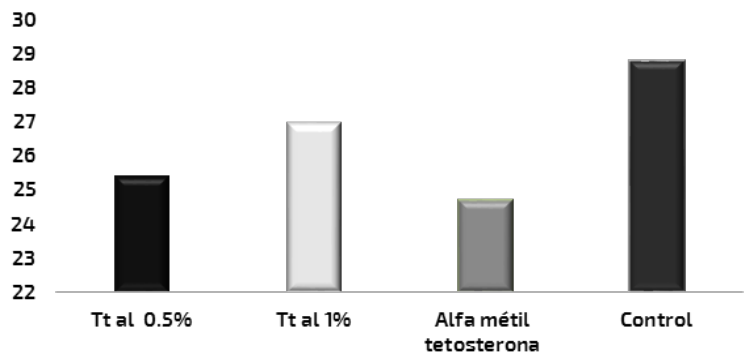
Existen datos donde se muestra a *Tribulus terrestris* (Akram, Asif, Akhtar, Shah, Uzair, Shaheen, Shamim, Ali & Ahmad, 2011) como un potenciador de la testosterona; los peces tratados con Tt mostraron mejores tasas de crecimiento con el aumento de los niveles de Tt.



Gráfica 1. Sobrevivencia de los organismos tratados durante el experimento.



Gráfica 2. Peso promedio en (g) de los organismos sometidos a inducción sexual con *Tribulus* y MT.



Gráfica 3. Talla promedio de los organismos sometidos a inducción sexual con *Tribulus* y MT.

Esto concuerda con el informe de (Mbiru, Limbu, Chenyambuga, Lamtane, Tamatamah, Madalla & Mwandya, 2016) ya que, dado que los andrógenos tienen efectos tanto adversos como anabólicos, la tilapia invertida muestra un mejor desempeño en el crecimiento en comparación con la tilapia no tratada.

Talla de los organismos (mm). En relación a la talla de los organismos (gráfica 3) se pudo observar que, el control, presentó mayor crecimiento con respecto a los tratamientos hormonales; sin embargo, '*Tribulus terrestris*' al 1 % fue mejor que 17- α -metiltestosterona y Tt 0.5 %; lo anterior es similar a lo reportado por Bhujel (2013) quien menciona que alimentar alevines de tilapia con niveles de proteína de 34-36 % permite un mayor crecimiento; en el caso del presente, el nivel de proteína usado sobrepasa lo recomendado anteriormente.

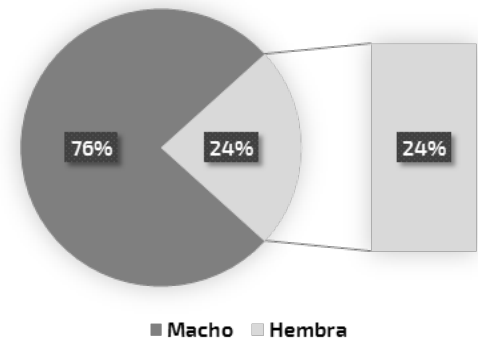
Así mismo (Phelps & Popma, 2000) menciona que la hormona androgénica no afecta el genotipo, por lo que los individuos genéticamente mantienen la segregación normal esperada en el momento de la fertilización, lo que ocasiona una disparidad de tallas típica de machos y hembras, pero con menor incidencia de enanismo. Estadísticamente no se observan diferencias significativas entre '*Tribulus terrestris*' al 1 % y el control.

Proporción de sexos. Los resultados obtenidos en la proporción de sexos (gráfica 4) muestran que Tt al 1 %, presentó mayor proporción de machos (91 %) que la concentración de 0.5 % (76 % de machos). Lo que afirma, que una mayor concentración hace posible valores significativos más altos en la inducción de sexo; Kavitha, Ramesh & Subramanian (2012) también señalan que el porcentaje de machos incrementó con el aumento de la concentración de '*Tribulus terrestris*' en molly ('*Poecilia latipinna*'), peces guppy ('*P. reticulata*') y ciclido cebrá ('*Cichlasoma nigrofasciatum*').

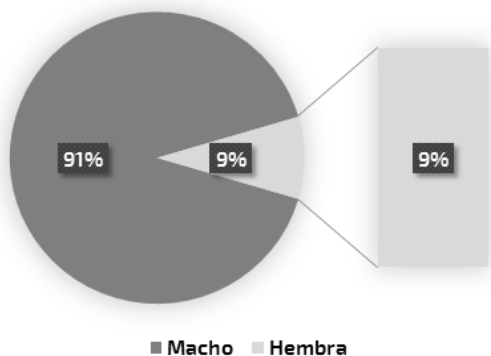
Las larvas de 0 días, tratadas con '*Tribulus terrestris*' mostraron una inducción sexual exitosa y espermatogénesis que las progenies no tratadas. En referencia a la hormona comercial ésta, presentó porcentajes de inducción por debajo de los registrados en Tt; sin embargo, mejores a los reportados en el control. Omitoyin, Ajani & Sadiq (2013) indican en su estudio que la inclusión del extracto de 17- α -metiltestosterona (MT) y '*Tribulus terrestris*' en el alimento para peces, mostró resultados similares en relación a la adición de Tt en el agua de cultivo (Çek et al., 2007a; Kavitha & Subramanian, 2011).

Parámetros fisicoquímicos. Respecto a los parámetros analizados, las temperaturas oscilaron entre los 18.5 a 29.8 °C; el oxígeno disuelto de 3.31 a 9.63 mg/l, y el pH se mantuvo entre 6 y 8.3; indicando que la temperatura óptima para las tilapias oscila entre los 27 a 32 °C, fuera de este rango su apetito se reduce junto con su crecimiento.

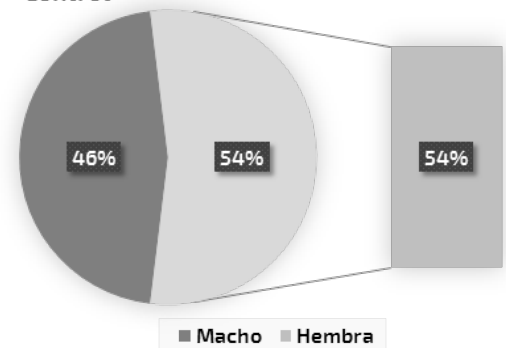
T. terrestris 0.5 %



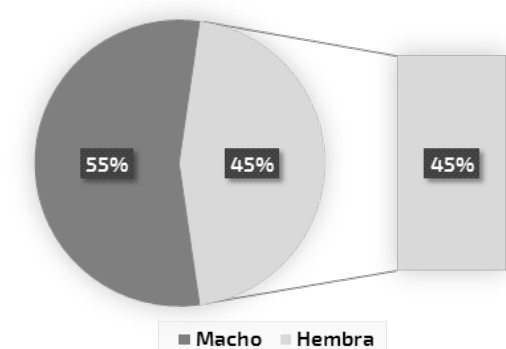
T. terrestris 1 %



Control



Alfa 1%



Gráfica 4. Proporción de sexos.

En lugares donde presentan temperaturas bajas entre los 18 a 15 °C, el sistema inmunológico de estos peces se suprime y son altamente susceptibles a las enfermedades; respecto a lo encontrado en los resultados experimentales, se presentaron bajas temperaturas las cuales pudieron haber influido en el desarrollo de los peces.

Kubitza (2000) señala que los alevines soportan concentraciones de 0.4 a 0.7 mg/l de oxígeno durante 3 a 5 horas, por lo que en el experimento se mantuvo dentro de los rangos establecidos. Finalmente Kubitza, 2000 mencionó que un pH aceptable es de 6.5 y 8.5 por lo que, los datos se encuentran en lo establecido como óptimo.

Por otra parte, el efecto secundario de las hormonas utilizadas dentro del proceso de reversión sexual, pudiera ser un detonante de alteraciones endocrinas en las poblaciones de organismos silvestres, ya que los productos hormonales representan un riesgo ambiental, esto a su alta capacidad de persistencia y se ha documentado que provocan hermafroditismo en peces, desarrollo de órganos sexuales deformados en reptiles (lagartos y tortugas), comportamiento de anidación anormal, cascarones delgados, y disfunciones en el sistema inmune y reproductivo en focas gris (Ramírez-Sánchez, Martínez-Austria, Quiroz-Alfaro & Bandala, 2015).

Por lo que se plantea la posibilidad de que la residualidad si afecte otras poblaciones indiferenciadas de peces. Estudios como el de Selmoni, Maitre, Roux, Wilkins, Marques da Cunha, Vermeirssen, Knörr, Robinson-Rechavi & Wedekind (2019) han encontrado que los residuos hormonales en las aguas pueden afectar diversas poblaciones naturales.

En relación a los efectos secundarios del uso de '*Tribulus terrestris*', se conoce que su uso no está aprobado por la "Food and Drug Administration" (FDA), ya que se considera como compuestos con efecto residual y esto influye en la posibilidad de exportaciones sobre todo a los Estados Unidos.

En un reporte emitido por Ríos & Jos (2015), se menciona que no existen datos toxicológicos suficientes para evaluar la seguridad del uso de dicha planta; sin embargo, la toxicidad de '*Tribulus terrestris*' en animales ha sido ampliamente documentada a lo largo de su historia como planta medicinal (McDonough, Woodbury, Galey, Wilson, East & Bracken, 1994; Aslani, Movassaghi, Mohri, Pedram & Abavisani, 2003; Bourke, 2006; Schmidt, Thomsen & Bone, 2011; Bourke, 2012), donde se describen efectos negativos a nivel neuronal, muscular, hepático y

renal, como ataxia neuromuscular, alteraciones motoras, colestasis, degradación de conductos biliares o inflamación, entre otros efectos. Cuando la planta se utiliza como forraje en rumiantes pequeños, ganado ovino sobre todo, se ha relacionado con enfermedades como: "Geeldikkop", tribulosis ovis o "Yellow big head", con casos en Sudáfrica, Irán, Australia y Estados Unidos principalmente.

Se trata de una fotosensibilidad caracterizada por la acumulación de filoeritina (una porfirina derivada de la degradación de la clorofila en el rumen) por la oclusión de los conductos biliares con material cristalino correspondiente a las sales cálcicas de los glucurónidos de epismilagenina y episarsapogenina. Estos compuestos son metabolitos de la diosgenina y yamogenina, saponinas esteroídicas de '*Tribulus terrestris*'. No obstante la composición y contenido de saponinas de '*T. terrestris*' es variable, habiendo sido identificadas poblaciones litogénicas y no litogénicas (Aslani et al., 2003).

Así mismo una enfermedad neuronal motora que cursa con paresia de las extremidades pélvicas, lo que da lugar a temblores, asimetría postural (postura girada), atrofia de los músculos extensores, etcétera (Bourke, 2006). Los niveles de dopamina en el cuerpo estriado disminuyen (Bourke, 1987); estos efectos se han asociado con los alcaloides b-carbolínicos contenidos en '*T. terrestris*', harmano y norharmano (Bourke, Stevens & Carrigan, 1992). Aunque su presencia es aparentemente intrascendente para una toxicidad aguda, se ha demostrado que ambos se acumulan en el sistema nervioso central, interactuando irreversiblemente con genes específicos.

Las dosis establecidas como tóxicas son las equivalentes a 54 mg/kg para los alcaloides aislados y 44.0 mg/kg para la fracción enriquecida en alcaloides. Otros estudios indican que la combinación de la ingestión de xantósina (neuromodulador presente en '*Tribulus terrestris*') y la deficiencia de molibdeno, pueden ser las causas de este desorden (Bourke, 2012). Lo anterior difiere considerablemente en los resultados encontrados para organismos acuáticos.

Conclusiones

El uso de hormonas para la inducción sexual en peces con relevancia económica, como la tilapia, es una práctica común en los sistemas de producción comerciales; el uso de '*Tribulus*' como una opción para reemplazar dichas hormonas, ha sido poco probada en organismos acuáticos.

Sin embargo, en el presente trabajo se pudo confirmar que el uso del polvo de '*Tribulus terrestris*' mezclado con alimento para tilapia, no presenta un efecto negativo sobre el estado de salud de los organismos; considerando que presentó mayor sobrevivencia, comparado con alfa-metiltestosterona, pudiese ser una alternativa para el desarrollo de esta actividad.

El uso de plantas de manera simplificada como polvos o harinas, es una manera de emular las condiciones en las cuales los productores acuícolas pudiesen utilizarlos en sus sistemas comerciales, ya que un pequeño productor, difícilmente tendrá acceso a equipos sofisticados para elaborar extractos o infusiones. Lo anterior marca la pauta para el uso de la fitoterapia como una alternativa para reducir los altos costos generados por la adquisición de hormonas comerciales. En relación al efecto anabólico, '*Tribulus terrestris*' presenta una ventaja sobre 17- α -metiltestosterona, ya que provee una mayor ganancia en peso, reduce el riesgo ambiental y el efecto tóxico residual de los productos hormonales; siendo esta una alternativa dentro de la piscicultura para el Sur de Sonora.

Referencias

- Adaikan, P.G.; Gauthaman, K.; Prasad, R.N. & Ng, S.C.** (2000). Proerectile pharmacological effects of '*Tribulus terrestris*' extract on the rabbit corpus cavernosum. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore*, 29(1): 22-26. Consulted from <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10748960>>
- Akram, M.; Asif, H.M.; Akhtar, N.; Shah, P.A.; Uzair, M.; Shaheen, G.; Shamim, T.; Ali Shah, S.M. & Ahmad, K.** (2011). '*Tribulus terrestris*' Linn.: a review article. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(16): 3601-3605. Recovered from <https://www.researchgate.net/profile/Akhtar_Naveed/publication/260210811_Tribulus_terrestris_Linn_A_review_article/links/004635302f0afd5783000000/Tribulus-terrestris-Linn-A-review-article.pdf>
- Aslani, M.R.; Movassaghi, A.R.; Mohri, M.; Pedram, M. & Abavisani, A.** (2003). Experimental '*Tribulus terrestris*' poisoning in sheep: clinical, laboratory and pathological findings. *Veterinary Research Communication*, 27(1): 53-62. DOI <<https://doi.org/10.1023/A:1022010707704>>
- Bhujel, R.C.** (2013). On-farm feed management practices for Nile tilapia ('*Oreochromis niloticus*') in Thailand. In: Hasan, M.R. & New, M.B. (eds.); *On-farm feeding and feed management in aquaculture*; (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper #583; pp. 159-189). Rome; Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Recovered from <<http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/T583/root/06.pdf>>
- Bourke, C.A.** (1987). A novel nigrostriatal dopaminergic disorder in sheep affected by '*Tribulus terrestris*' staggers. *Research in Veterinary Science*, 43(3): 347-350. DOI <[https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(18\)30805-1](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(18)30805-1)>
- Bourke, C.A.** (2006). Abnormal turning behaviour, GABAergic inhibition and the degeneration of astrocytes in ovine '*Tribulus terrestris*' motor neuron disease. *Australian Veterinary Journal*, 84(1-2): 53-58. DOI <<https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2006.tb13128.x>>
- Bourke, C.A.** (2012). Motor neurone disease in molybdenum-deficient sheep fed the endogenous purine xanthosine: possible mechanism for '*Tribulus terrestris*' staggers. *Australian Veterinary Journal*, 90(7), 272-274. DOI <<https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2012.00947.x>>
- Bourke, C.A.; Stevens, G.R. & Carrigan, M.J.** (1992). Locomotor effects in sheep of alkaloids identified in Australian '*Tribulus terrestris*'. *Australian Veterinary Journal*, 69(7): 163-165. DOI <<https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1992.tb07502.x>>
- Çek, Ş.; Turan, F. & Atik, E.** (2007a). Masculinization of convict cichlid ('*Cichlasoma nigrofasciatum*') by immersion in '*Tribulus terrestris*' extract. *Aquaculture International*, 15(2): 109-119. DOI <<https://doi.org/10.1007/s10499-006-9071-0>>
- Çek, Ş.; Turan, F. & Atik, E.** (2007b). The effects of Gokshura, '*Tribulus terrestris*' on sex reversal of guppy, '*Poecilia reticulata*'. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 10(5): 718-725. DOI <<https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.718.725>>
- Galindo-Félix, J.I.; Ochoa-Meza, A.R.; Moreno-Lugo, E.N. & Juárez-Moreno, D.M.** (2019). Efecto de '*Tribulus terrestris*' en la inducción de características masculinas en hembras adultas de guppy ('*Poecilia reticulata*'). En: Academia Journals (eds.); *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Morelia 2019*; (Vol. 11, No. 2; Tomo 6; pp. 860-864). Morelia, Michoacán; México: Academia Journals. Recuperado de <<https://drive.google.com/open?id=1-uy-NUdpra6326yOVJXRc9x5Jt7YU7w>>
- Ganzera, M.; Bedir, E. & Khan, I.A.** (2001). Determination of steroidal saponins in '*Tribulus terrestris*' by reversed-phase high-performance liquid chromatography and evaporative light scattering detection. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 90(11): 1752-1758. DOI <<https://doi.org/10.1002/jps.1124>>
- Gauthaman, K.; Adaikan, P.G. & Prasad, R.N.V.** (2002). Aphrodisiac properties of '*Tribulus terrestris*' extract (Protodioscin) in normal and castrated rats. *Life sciences*, 71(12): 1385-1396. DOI <[https://doi.org/10.1016/s0024-3205\(02\)01858-1](https://doi.org/10.1016/s0024-3205(02)01858-1)>

Ghosal, I. & Chakraborty, S.B. (2017). Production of monosex all-male Nile tilapia using ethanol extract of '*Tribulus terrestris*' seeds. *Proceedings of the Zoological Society*. DOI «<https://doi.org/10.1007/s12595-017-0254-7>»

Gracia-Valenzuela, M.H.; Vergara-Jiménez, M.J.; Baez-Flores, M.E. & Cabrera-Chavez, F. (2014). Antimicrobial effect of dietary oregano essential oil against *Vibrio* bacteria in shrimps. *Archives of Biological Sciences*, 66(4): 1367-1370. Recovered from «<http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0354-46641404367G#.XoJpoOpKi01>»

Hurtado Totocayo, N. (2005). *Comercialización internacional tilapia 2005: producción y mercados mundiales*; (p. 19). Lima, Perú: NHT ingenieros consultores. Recuperado de «http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh_comerciointtilapia2005.pdf»

Kavitha, P. & Subramanian, P. (2011). Influence of '*Tribulus terrestris*' on testicular enzyme in fresh water ornamental fish '*Poecilia latipinna*'. *Fish physiology and biochemistry*, 37(4): 801-807. DOI «<https://doi.org/10.1007/s10695-011-9478-z>»

Kavitha, P.; Ramesh, R. & Subramanian, P. (2012). Histopathological changes in '*Poecilia latipinna*' male gonad due to '*Tribulus terrestris*' administration. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal*, 48(5): 306-312. DOI «<https://doi.org/10.1007/s11626-012-9517-9>»

Kubitza, F. (2000). *Tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí, Brasil: Acqua Supre.

Manrique-Orozco, J.D.; Calvo-Cardona, S.J. & Cardona-Bermúdez, L.M. (2018). Ensayos de masculinización de trucha arcoiris '*Oncorhynchus mykiss*' suministrando '*Tribulus terrestris*' en el alimento. *Orinoquía*, 22(2): 204-214. Recuperado de «<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7051765.pdf>»

Mbiru, M.; Limbu, S.M.; Chenyambuga, S.W.; Lamtane, H.A.; Tamatamah, R.; Madalla, N.A. & Mwandya, A.W. (2016). Comparative performance of mixed-sex and hormonal-sex-reversed Nile tilapia '*Oreochromis niloticus*' and hybrids ('*Oreochromis niloticus*' x '*Oreochromis urolepis hornorum*') cultured in concrete tanks. *Aquaculture International*, 24(2): 557-566. DOI «<https://doi.org/10.1007/s10499-015-9946-z>»

McDonough, S.P.; Woodbury, A.H.; Galey, F.D.; Wilson, D.W.; East, N. & Bracken, E. (1994). Hepatogenous photosensitization of sheep in California associated with ingestion of '*Tribulus terrestris*' (puncture vine). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 6(3): 392-395. DOI «<https://doi.org/10.1177/104063879400600324>»

Omitoyin, B.O.; Ajani, E.K. & Sadiq, H.O. (2013). Preliminary investigation of '*Tribulus terrestris*' (Linn., 1758) extracts as natural sex reversal agent in '*Oreochromis niloticus*' (Linn., 1758) larvae. *International Journal of Aquaculture*, 3(23): 13-137. DOI «<https://doi.org/10.5376/ija.2013.03.0023>»

Phelps, R.P. & Popma, T.J. (2000). Sex reversal of tilapia. In: Costa-Pierce, B.A. & Rakocy, J.E. (eds.); *Tilapia Aquaculture in the Americas*; (Vol. 2; pp. 34-59). Baton Rouge, Louisiana; United States of America: The World Aquaculture Society. Recovered from «https://freshwater-aquaculture.extension.org/wp-content/uploads/2019/08/Sex_Reversal_of_Tilapia.pdf»

Prieto, A., Auró de Ocampo, A.; Fernández, A. & Pérez, M.B. (2005). El empleo de medicina natural en el control de enfermedades de organismos acuáticos y potencialidades de uso en Cuba y México. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 8(1): 38-49. Recuperado de «<http://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v8n1/1405-888X-tip-8-01-38.pdf>»

Ramírez-Sánchez, I.M.; Martínez-Austria, P.; Quiroz-Alfaro, M.A. & Bandala, E.R. (2015). Efectos de los estrógenos como contaminantes emergentes en la salud y el ambiente. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(5): 31-42. Recuperado de «http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000500003&lng=es&tlng=es»

Ríos Cañavate, J.L. & Jos Gallego, Á. (2015). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) sobre el riesgo del uso de '*Tribulus terrestris*' en complementos alimenticios. *Revista del Comité Científico de la AECOSAN*, (21): 37-44. Recuperado de «http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/TRIBULUS_TERRESTRIS.pdf»

Salgado Zamora, H.; Azpeitia Hernández, A.; Marañón Herrera, S. & Maya Peña, E. (2008). Efecto anabólico y androgénico del esteroide acetato de trembolona en el guppy ('*Poecilia reticulata*'). *Veterinaria México*, 39(3): 269-277. Recuperado de «http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922008000300004&lng=es&tlng=es»

Schmidt, M.; Thomsen, M. & Bone, K. (2011). '*Tribulus terrestris*'-induced nephrotoxicity? *Nephrology, Dialysis, Transplantation*, 26(9): 3065-3066. DOI «<https://doi.org/10.1093/ndt/grf325>»

Selmoni, O.M.; Maitre, D.; Roux, J.; Wilkins, L.G.E.; Marques da Cunha, L.; Vermeirssen, E.L.M.; Knörr, S.; Robinson-Rechavi, M. & Wedekind, C. (2019). Sex-specific changes in gene expression in response to estrogen pollution around the onset of sex differentiation in grayling (Salmonidae). *BMC genomics*, 20(1): 583. DOI «<https://doi.org/10.1186/s12864-019-5955-z>»



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

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

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

«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'

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.

