



ISSN 2448-508X

KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 27

Número 57

Enero-Abril 2021

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas



« REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA »



EJEMPLAR DE GUACAMAYA VERDE ('*Ara militaris*'): PROGRAMA DE RESGUARDO, PROTECCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE ESPECIES ENDÉMICAS EN LA UMA DE PSITÁCIDOS.

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

Fotografía: Jesús Ramírez.



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

Ing. Filemon Baeza Vidal
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)

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:

De macro a micros estudios mexicanos en nuestros entornos naturales.

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 27, No. 57, enero-abril 2021; 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: 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: 11 de enero del 2021.

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:

Deseario, ante todo, que este 2021 sea un año con mucha menor incertidumbre y adversidad, pero con mayor salud y prosperidad; hoy nos dirigimos para presentar el primer número de **Kuxulkab'** para este nuevo año; dando muestra en que seguimos trabajando para recuperar el esfuerzo y tiempo postergado en el 2020. Este actual número se preparó con cuatro aportaciones, donde, la mayoría, hace alusión al estudio y descripción de actividades realizadas en la investigación de gabinete o campo; y también es importante recalcar, la presencia de una aportación de académicos de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), a quienes le brindamos una fraterna bienvenida.

En constancia a nuestra manera de trabajo, proporcionamos una breve sinopsis de las aportaciones que conforman esta publicación:

«**Análisis del registro de temperatura local en el sureste de México**», texto que nos permite conocer las variaciones de temperatura para el sureste de México durante 1960 al 2000, todo esto a relación del proceso de calentamiento global.

«**Descripción morfológica de algunas especies de angiospermas tropicales de importancia alimentaria y ornamental**», una aportación más donde se expone la conformación polínica de angiospermas, contribuyendo con ello a los estudios aerobiológicos y en la sistemática botánica del estado de Tabasco.

«**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.

«**Evaluación "in vitro" de extractos de plantas medicinales como posibles agentes antimicrobianos para bacterias patógenas en tilapia**»; escrito que permite conocer el efecto antimicrobiano de algunos extractos de plantas medicinales sobre bacterias patógenas presentes en el cultivo de tilapia en Guatemala.

«**Atributos funcionales de plántulas de mangle bajo condiciones ambientales contrastantes**»; documento que brinda información respecto a la conservación y utilización del mangle con fines de restauración ambiental.

Como siempre hemos mencionado, la consolidación de este número es un esfuerzo en conjunto con los autores, evaluadores, editores asociados y demás miembros del comité editorial de esta revista. Agradecemos a cada uno de ellos su apoyo y entusiasmo de colaborar en la divulgación de la ciencia con estándares de calidad emanados por esta casa de estudios. Esperamos vernos pronto.

Arturo Garrido Mora
DIRECTOR DE LA DACBIOL-UJAT

Fernando Rodríguez Queredo
EDITOR EJECUTIVO DE KUXULKAB'

Contenido

ANÁLISIS DEL REGISTRO DE TEMPERATURA LOCAL EN EL SURESTE DE MÉXICO 05-14

ANALYSIS OF THE LOCAL TEMPERATURE RECORD IN SOUTHEAST MEXICO

Fabiola Hernández Jiménez & Mercedes Andrade Velázquez

DESCRIPCIÓN MORFOPOLÍNICA DE ALGUNAS ESPECIES DE ANGIOSPERMAS TROPICALES DE IMPORTANCIA ALIMENTARIA Y ORNAMENTAL 15-25

MORPHOPOLLINIC DESCRIPTION OF SOME SPECIES OF TROPICAL ANGIOSPERMS OF ALIMENTARY AND ORNAMENTAL IMPORTANCE

Sara Salazar Arias & Marcela Alejandra Cid Martínez

EVALUACIÓN *in vitro* DE EXTRACTOS DE PLANTAS MEDICINALES COMO POSIBLES AGENTES ANTIMICROBIANOS PARA BACTERIAS PATÓGENAS EN TILAPIA 27-35

in vitro EVALUATION OF MEDICINAL PLANT EXTRACTS AS POTENTIAL ANTIMICROBIAL AGENTS FOR PATHOGENIC BACTERIA IN TILAPIA

Josué García Pérez & Dora Marroquín Mora

ATRIBUTOS FUNCIONALES DE PLÁNTULAS DE MANGLE BAJO CONDICIONES AMBIENTALES CONTRASTANTES 37-46

FUNCTIONAL ATTRIBUTES OF MANGROVE SEEDLINGS UNDER CONTRASTING ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Benjamín Eliú Guillén Rivera, Jorge Alejandro López-Portillo Guzmán & Eunice Pérez Sánchez



EVALUACIÓN *in vitro* DE EXTRACTOS DE PLANTAS MEDICINALES COMO POSIBLES AGENTES ANTIMICROBIANOS PARA BACTERIAS PATÓGENAS EN TILAPIA

in vitro EVALUATION OF MEDICINAL PLANT EXTRACTS AS POTENTIAL ANTIMICROBIAL AGENTS FOR PATHOGENIC BACTERIA IN TILAPIA

Josué García Pérez^{1✉} & Dora Marroquín Mora²

¹Licenciado en Acuicultura; Maestro en Acuicultura por la "National Taiwan Ocean University (Taiwan)". Cuenta con experiencia en el uso de plantas medicinales para la industria acuícola, principalmente, para el control de bacterias en el cultivo de tilapia. ²Licenciada en acuicultura; Maestra en Acuicultura por la Universidad de Rhode Island (Estados Unidos de América). Su experiencia se basa en el diagnóstico de enfermedades de especies acuícolas, y en el control de calidad y manejo de la salud de sistemas productivos, especialmente, de camarón marino.

Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA); Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC); Edificio T-14, Ciudad Universitaria, zona 12; C.P. 01012; Guatemala, Guatemala.

✉ josgar85@gmail.com

ORCID[®] 0000-0002-6899-8036

Como referenciar:

García Pérez, J. & Marroquín Mora, D. (2021). Evaluación *in vitro* de extractos de plantas medicinales como posibles agentes antimicrobianos para bacterias patógenas en tilapia. *Kuxulkab'*, 27(57): 27-35, enero-abril. DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a27n57.3702>

Disponible en:

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

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

DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a27n57.3702>

Resumen

A nivel mundial, la acuicultura ha crecido dramáticamente en los últimos 50 años, causando impactos negativos en la salud de los peces debido al incremento de enfermedades bacterianas. Los productores de tilapia usualmente tratan las enfermedades con una variedad de antibióticos, promoviendo la resistencia bacteriana. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto antimicrobiano de cinco extractos de plantas medicinales frente a ocho bacterias patógenas aisladas de cultivos de tilapia en Guatemala. De los extractos evaluados, '*Syzygium aromaticum*', '*Pimienta dioica*' y '*Rosmarinus officinalis*' inhibieron el crecimiento de seis, cinco y tres bacterias, respectivamente. Los extractos presentaron características antimicrobianas de amplio espectro, tanto para bacterias Gram negativas y positivas. Los extractos con mayor actividad antimicrobiana fueron '*S. aromaticum*' y '*R. officinalis*' con concentraciones mínimas inhibitorias y bactericidas entre 300 ppm a 1,563 ppm. Los extractos de '*Cinnamomum verum*' y '*Lippia graveolens*' no inhibieron las bacterias patógenas aisladas.

Palabras clave: Fitoterapia; Acuicultura; Microbiología; Guatemala.

Abstract

Globally, aquaculture has grown dramatically in the last 50 years, causing negative impacts on fish health due to the increase in bacterial diseases. Tilapia producers usually treat diseases with a variety of antibiotics, promoting bacterial resistance. The objective of this study was to determine the antimicrobial effect of five extracts of medicinal plants against eight isolated pathogenic bacteria from tilapia cultures in Guatemala. Of the evaluated extracts, '*Syzygium aromaticum*', '*Pimienta dioica*' and '*Rosmarinus officinalis*' inhibited the growth of six, five and three bacteria, respectively. The extracts presented broad spectrum antimicrobial characteristics, both for Gram negative and positive bacteria. The extracts with the highest antimicrobial activity were '*S. aromaticum*' and '*R. officinalis*', with minimal inhibitory and bactericidal concentrations between 300 ppm and 1,563 ppm. The extracts of '*Cinnamomum verum*' and '*Lippia graveolens*' did not inhibit the isolated pathogenic bacteria.

Keywords: Phytotherapy; Aquaculture; Microbiology; Guatemala.

La acuicultura continental a nivel mundial ha crecido rápidamente durante la última década, aumentando de 38.6 millones de toneladas métricas en 2011 a 51.3 millones de toneladas métricas en el 2018 (FAO, 2020a). El rápido crecimiento de dicho sector se ha visto influenciado por varios factores incluyendo; prácticas pre-existentes en el sector acuícola, crecimiento poblacional y económico, así como el incremento del consumo de productos de origen hidrobiológico.

El cultivo de tilapia es el segundo cultivo más importante para la acuicultura mundial, con una producción aproximada de 4.5 millones de toneladas anuales. La tilapia (*Oreochromis spp.*) es cada vez más importante, debido a que juega un papel fundamental en la seguridad alimentaria, proporcionando fuentes de alimentos y un medio de vida para las personas que la cultivan.

En América los países con mayor producción son: Brasil, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, México, Honduras, Nicaragua y Costa Rica, (Watanabe, Losordo, Fitzsimmons & Hanley, 2002; FAO, 2020b). En Guatemala el cultivo de tilapia para el 2018 reporto 10,910 toneladas métricas (FAO, 2020b), dicha industria crece alrededor de 2.33 % anual, cifra que se cree que se triplique en los próximos años debido a nuevas inversiones por parte de la iniciativa privada (García Pérez, 2013). La expansión del cultivo de tilapia (*Oreochromis spp.*) a nivel nacional se ve limitada por el incremento enfermedades de origen bacteriano, las cuales provocan grandes mortalidades en los sistemas de producción (Marroquín Mora & García-Pérez, 2015). En la práctica tradicional, para el control y prevención de patógenos bacterianos, se utilizan grandes cantidades de antibióticos de amplio espectro en el alimento y medio de cultivo. Dicha praxis aumenta la probabilidad de obtener bacterias resistentes a múltiples antibióticos, lo cual dificultará en el futuro el tratamiento de enfermedades de origen bacteriano.

Alternativas terapéuticas

Como alternativa al control bacteriano se encuentran el uso de plantas medicinales. Estas al ser productos con una composición química variada son idóneas para el tratamiento y profilaxis de las enfermedades en la acuicultura. Al ser productos biodegradables, con una estructura compleja disminuyen la resistencia bacteriana. Las plantas contienen un gran número de sustancias con propiedades que inhiben la actividad metabólica de bacterias, virus, levaduras y hongos. Existen más de 50 plantas medicinales que sirven como fitoterapeutas para el tratamiento de las enfermedades en la acuicultura (Silveira-Coffigny, 2006; Citarasu, 2010; Stratev, Zhelyazkov, Noudou, & Krause, 2018).

Los compuestos antimicrobianos de las plantas, se encuentran generalmente en el aceite esencial, oleorresinas y extractos secos, obtenidos a partir de hojas, flores, bulbos, rizomas, corteza y frutos. Estos compuestos pueden ser letales para las células microbianas. La mayoría de los compuestos con actividad antimicrobiana encontrados en las plantas son compuestos como: alcaloides, terpenoides, fenólicos, glucósidos, flavonoides, taninos y polisacáridos, entre otros (Lovkova, Buzuk, Sokolova & Kliment'eva, 2001).

«En la industria acuícola se ha incrementado la tendencia a la producción verde, es decir, evitando el uso de los antibióticos y promoviendo el uso de plantas medicinales, para que con ello, se pueda controlar y eliminar diversos patógenos»



Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA), Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), 2020 - Josué García Pérez

A nivel global en la industria acuícola se ha incrementado la tendencia a la producción verde, evitando el uso de los antibióticos, y promoviendo el uso plantas medicinales, para controlar y eliminar diversos patógenos como: '*Aeromonas hydrophila*', '*Flavobacterium columnare*', '*Vibrio parahaemolyticus*', '*Vibrio harveyi*', '*Streptococcus iniae*', '*Streptococcus agalactiae*', '*Edwardsiella tarda*', entre otros (Lødemel, Mayhew, Myklebust, Olsen, Espelid & Ringø, 2001; Zheng, Tan, Liu, Zhou, Xiang & Wang, 2009; Rattanachaikunsopon & Phumkhachorn 2009, 2010; Ostrand, Glenn, Gannam & Hanson, 2012; Reverter, Bontemps, Lecchini, Banaigs & Sasal, 2014; Van Hai, 2015).

Los plantas más utilizadas como antimicrobianos en la acuicultura mundial pertenecen a los géneros: *Allium*, *Aloysia*, *Astragalus*, *Cassia*, *Calendula*, *Cinnamom*, *Citurs*, *Lactuca*, *Lippia*, *Mentha*, *Psidium*, *Ociumum*, *Origanum*, *Rosmarinus*, *Zingiber*, entre otras (Abutbul, Golan-Goldhirsh, Barazani & Zilberg, 2004; Yin, Ardó, Thompson, Adams, Jeney & Jeney, 2009; Harikrishnan, Kim, Kim, Balasundaram & Heo, 2011a; Roomiani, Soltani, Akhondzadeh-Basti, Mahmoodi, Mirghaed & Yadollahi, 2013; Talpur, Ikhwanuddin & Bolong, 2013; Reverter *et al.*, 2014; Das, Raman, Saha & Singh, 2015; Majolo, da Rocha, Chagas, Chaves & Bizzo, 2016).

Aunque cabe restar que las plantas medicinales por la complejidad química que poseen también son útiles como: promotores del crecimiento, prevención de estrés, inmunoestimulante, estimulador de apetito, antipatógeno (virus, hongos y parásitos), estimuladores de color, entre otras (Citarasu, 2010; Harikrishnan, Balasundarm & Heo, 2011b; Dube & Chanu, 2012; Bulfon, Volpatti & Galeotii, 2015). Por lo tanto, el siguiente estudio tiene como objetivo evaluar extractos etanólicos de plantas medicinales de Guatemala, para controlar patógenos bacterianos, aislados de los cultivos de tilapia.

Desarrollo del estudio

Se evaluó el efecto antimicrobiano de cinco extractos de plantas medicinales utilizadas en la herbolaria medicinal tradicional de Guatemala. Los extractos fueron elaborados por <FARMAYA, S.A.> a través del método de percolación, con etanol al 70 % y concentrados en rota vapor. Las plantas utilizadas fueron:

Hojas secas de '*Lippia graveolens*': orégano (ORG)

Botones secos de '*Syzygium aromaticum*': clavo (CLV)

Hojas secas de '*Rosmarinus officinalis*': romero (RME)

Frutos secos de '*Pimenta dioica*': pimienta (PMT) y

Corteza seca de '*Cinnamomum verum*': canela (CNL).

Sobre las bacterias patógenas más frecuentes en los cultivos de tilapia ('*Oreochromis spp.*') en Guatemala.

Para ello se recolectaron peces enfermos de diversos centros de producción de tilapia, donde se presumía brotes de enfermedades infecciosas de origen bacteriano.

La identificación bacteriana se realizó a través de las pruebas bioquímicas de Microgen® A + B y Microgen® Strep para bacterias Gram negativas y positivas, respectivamente.

Para determinar la actividad antimicrobiana de los extractos se utilizó la técnica *in vitro*: difusión en disco de papel descrita por Alderman & Smith (2001). La interpretación del diámetro de inhibición se hizo de acuerdo a los criterios establecidos por Pascual, Slowing, Carretero, Sánchez Mata & Villar, (2001), donde se consideró que un extracto tiene acción antimicrobiana cuando produce una inhibición igual o mayor al 50 % con respecto al antibiótico de mayor uso en acuicultura, en el caso de Guatemala el antibiótico más utilizado es oxitetraciclina. De los extractos que reflejaron actividad antimicrobiana, se determinó las concentraciones mínima inhibitoria y mínima bactericida través de la técnica de micro dilución en placa descrita por Alderman & Smith (2001).

Los datos fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA). Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$), utilizando el paquete estadístico XLSTAT 2014.

Resultados

Bacterias patógenas en tilapia: En el presente estudio se identificaron ocho bacterias patógenas en cultivos de tilapia, de las cuales el 87 % corresponden a bacterias Gram negativas y 13 % a bacterias Gram positivas.



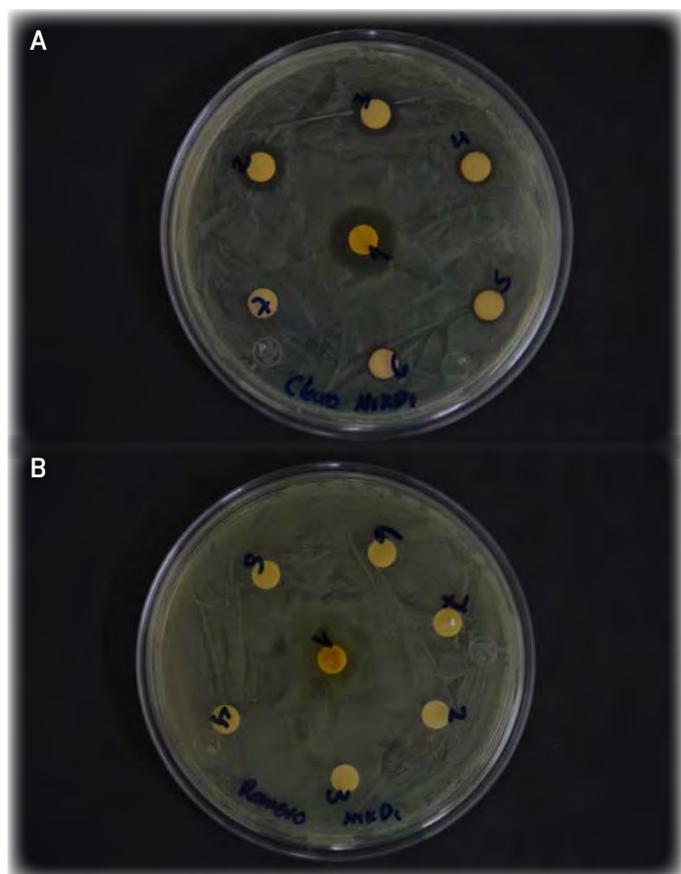
Fotografía 1. Método para el aislamiento bacteriano.

Las bacterias aisladas fueron: '*Pseudomona fluorescens*', '*Pasteurella multocida*', '*Streptococcus agalactiae*', '*Burkholderia pseudomallei*', '*Shewanella putrefaciens*', '*Aeromonas veronii biot. Sobria*', '*Aeromonas hydrophila*' y '*Plesiomona shigelloide*' (tabla 1).

De acuerdo con Buller (2004), todas las especies de bacterias identificadas cohabitan en el ambiente acuático y en la flora bacteriana de los peces, las cuales causan problemas cuando se rompe la homeostasis de los peces. Las bacterias aisladas, se consideran dentro del grupo de bacterias causantes de Septicemia Hemorrágica Bacteriana (SHB), exceptuando '*S. agalactiae*' la cual se considera dentro del grupo de bacterias causantes de enfermedades granulomatosas.

Actividad antimicrobiana de los extractos: De los cinco extractos evaluados, tres poseen capacidad antimicrobiana sobre las bacterias patógenas aisladas. Los extractos que mostraron un efecto positivo fueron: '*Syzygium aromaticum*', '*Pimenta dioica*' y '*Rosmarinus officinalis*' (fotografía 2).

Los halos de inhibición en las pruebas de sensibilidad poseen rangos de 9 a 20 mm (tabla 2). Al comparar los halos de inhibición de los extractos efectivos y el antibiótico oxitetraciclina, se determinó que los extractos con mayor efecto antimicrobiano son '*S. aromaticum*' y '*R. officinalis*'. Las concentraciones mínimas inhibitorias (CMI) y mínima bactericida (CMB), se presentan en la tabla 3.



Fotografía 2. Halos de inhibición para la bacteria '*Shewanella putrefaciens*': a) extracto de clavo; b) extracto de romero.



Fotografía 3. Determinación de la concentración mínima inhibitoria y bactericida, extracto de romero.

El extracto con mayor número de bacterias inhibidas fue '*S. aromaticum*', inhibiendo las bacterias: '*Pasteurella multocida*', '*Shewanella putrefaciens*', '*Aeromonas veronii biot. sobria*' y '*Plesiomona shigelloide*', las concentraciones mínimas inhibitorias y bactericidas varió entre 300-1,563 ppm. Estos hallazgos coinciden con reportes publicados por varios autores (Sivaram, Babu, Immanuel, Murugadass, Citarasu & Marian, 2004; Zheng *et al.*, 2009; Rattanachaikunsopon & Phumkhachorn, 2009 y 2010; Ostrand *et al.*, 2012).

Aunque cabe resaltar que existen autores como Dorman & Deans (2000) que reportan que '*S. aromaticum*' tiene efecto inhibitorio sobre '*A. hydrophila*', y en el presente estudio no se observó inhibición en la bacteria asilada. Esto se debe a que dicho extracto durante su extracción se fraccionó en dos partes, una parte semi-sólida y una fase líquida aceitosa con diferentes cantidades de aldehídos en cada fase. Ocasionando que la mezcla final empleada en el análisis no coincidiera con la composición original de la planta de la cual se extrajo, limitando de esta forma su acción antimicrobiana.

Como lo reporta Lee, Najiah, Wendy & Nadirah. (2009), al grupo aldehído se le atribuye el efecto antimicrobiano, principalmente por los metabolitos: eugenol, acetato de eugenilo y β -cariofileno. Si la concentración de dichos compuestos fue baja en el extracto, ésta tendría una menor capacidad electronegativa, lo cual limitaría su capacidad de interferencia con la permeabilidad de las membranas bacterianas, reduciendo así su eficiencia para controlar los patógenos bacterianos.

En el caso del extracto de '*P. dioica*', inhibió a cinco bacterias patógenas con halos de inhibición de 09-10 mm. Por lo tanto, no se consideró como efectivo por no cumplir con el criterio de Pascual *et al.*, aunque se observa actividad antimicrobiana débil. Este efecto se debe a la cantidad de eugenol, eugenolmetil-éter, cariofileno y cineol, presente. Como lo reporta Abdul Razak, Shariff, Yusoff & Safinar ismail (2019), el extracto de '*P. dioica*' posee una alta capacidad antibacteriana frente bacterias Gram negativas, si se utiliza como solvente: metanol, diclorometano, y acetato de etilo, los cuales poseen mayor afinidad por los metabolitos secundarios antes mencionados.

Por lo tanto, en el presente estudio, el uso de etanol 70 % como solvente de extracción, redujo la capacidad antimicrobiana, por ser poco afines a los metabolitos como: eugenol, eugenolmetil-éter y cariofileno.

Tabla 1. Bacterias aisladas de tilapia de los diversos sistemas de cultivo en Guatemala.

Familia	Genero + especie	% ID	Gram	HEM	MORF
Pseudomonadaceae	<i>Pseudomona fluorescens</i>	97.92	-	γ	bacilo
Pasteurellaceae	<i>Pasteurella multocida</i>	98.33	-	γ	bacilo
Streptococcaceae	<i>Streptococcus agalactiae</i>	99.53	+	γ	cocos
Burkholderiaceae	<i>Burkholderia pseudomallei</i>	97.92	-	γ	bacilo
Shewanellaceae	<i>Shewanella putrefaciens</i>	99.99	-	±β	bacilo
Aeromonadaceae	<i>Aeromonas veronii</i> biot. <i>Sobria</i>	99.99	-	±β	bacilo
	<i>Aeromonas hydrophila</i>	94.13	-	+β	bacilo
Vibrionaceae	<i>Plesiomona shigelloide</i>	99.99	-	±β	bacilo

Claves: ID = porcentaje de certeza de identificación bacteriana; Gram = tinción de Gram; HEM = prueba de hemólisis; MORF = morfología bacteriana; γ = Gamma; β = Beta.

Tabla 2. Susceptibilidad bacteriana frente a cinco extractos de plantas medicinales.

Bacterias ID	Diámetro de inhibición bacteriana medida en (mm)						
	PMT	ORG	CNL	CLV	RME	OXI	DMSO _{5%}
<i>Pseudomona fluorescens</i>	10±1 ^a	0±0 ^b	0±0 ^b	10±1 ^a	9±1 ^c	25±1 ^a	0±0 ^b
<i>Pasteurella multocida</i>	11±1 ^a	0±0 ^b	0±0 ^b	18±2 ^a	0±0 ^b	32±1 ^a	0±0 ^b
<i>Streptococcus agalactiae</i>	0±0 ^b	0±0 ^b	0±0 ^b	0±0 ^b	0±0 ^b	29±1 ^a	0±0 ^b
<i>Burkholderia pseudomallei</i>	0±0 ^b	0±0 ^b	0±0 ^b	0±0 ^b	0±0 ^b	21±1 ^a	0±0 ^b
<i>Shewanella putrefaciens</i>	0±0 ^b	0±0 ^b	0±0 ^b	12±1 ^a	0±0 ^b	21±1 ^a	0±0 ^b
<i>Aeromonas veronii</i> biot. <i>sobria</i>	11±1 ^a	0±0 ^b	0±0 ^b	14±0 ^a	0±0 ^b	23±1 ^a	0±0 ^b
<i>Aeromonas hydrophila</i>	9±1 ^c	0±0 ^b	0±0 ^b	9±1 ^c	12±1 ^a	23±1 ^a	0±0 ^b
<i>Plesiomona shigelloide</i>	11±1 ^a	0±0 ^b	0±0 ^b	14±1 ^a	9±1 ^c	23±1 ^a	0±0 ^b

Claves: PMT = 'Pimienta dioica'; ORG = 'Lippia graveolens'; CNL = 'Cinnamomum verum'; CLV = 'Syzygium aromaticum'; RME = 'Rosmarinus officinalis'; DMSO_{5%} = Dimethyl OXI: Oxitetraciclina a: p < 0.0001; b: p ≥ 0.063; c: p > 0.63

En cuanto a los extractos de '*Cinnamomum verum*' y '*Lippia graveolens*', no inhibieron ninguna bacteria aislada. La falta de actividad antimicrobiana puede deberse como lo describe Livermore (2002): la cantidad de metabolitos o a la ausencia de los mismos, la época y zona de colecta del material vegetal, son factores que determinan la composición química de las plantas, afectando la capacidad antimicrobiana. Aunque se ha comprobado el amplio uso de los extractos de orégano como agente inhibidor bacteriano en distintas bacterias (Dorman & Deans, 2000; Lødemel *et al.*, 2001; Alagawany, Farag, Salah & Mahmoud, 2020), usualmente estos extractos son obtenidos de distintas especies de orégano. Se han reportado para '*Origanum vulgare*' efectos para bacterias Gram negativo y Gram positivo, con concentración mínima inhibitoria de 0.12 a 2 % para géneros de *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Staphylococcus* entre otras.

Tabla 3. Concentración mínima inhibitoria y bactericida de dos extractos de plantas medicinales frente ocho bacterias patógenas.

Bacteria	Concentración en ppm			
	CLV		RME	
	CMI*	CMB*	CMI	CMB
<i>Pseudomona fluorescens</i>	NE	NE	NE	NE
<i>Pasteurella multocida</i>	300	350	NE	NE
<i>Streptococcus agalactiae</i>	NE	NE	NE	NE
<i>Burkholderia pseudomallei</i>	NE	NE	NE	NE
<i>Shewanella putrefaciens</i>	333	333	NE	NE
<i>Aeromonas veronii</i> biot. <i>sobria</i>	1,563	1,563	NE	NE
<i>Aeromonas hydrophila</i>	NE	NE	1,000	1,050
<i>Plesiomona shigelloide</i>	333	390	NE	NE

Clave: CLV = clavo; RME = romero; CMI: concentración mínima inhibitoria; CMB: concentración mínima bactericida; NE = no se evaluó.

'*Lippia graveolens*' es el orégano nativo de Guatemala, también conocido como orégano mexicano, al ser una especie distinta a la estudiada por otros autores, es posible que la cantidad y calidad de los metabolitos secundarios, sea distinta a la del género *Origanum*, no solo por tratarse de una especie diferente, sino también por provenir de una región geográfica distinta, y obtención del extracto con solventes de distinta polaridad (Alagawany *et al.*, 2020).

Conclusión

Se concluye que las principales bacterias patógenas encontradas en los cultivos de tilapia en Guatemala pertenecen a las familias Pseudomonadaceae, Pasteurellaceae, Streptococcaceae, Burkholderiaceae, Shewanellaceae, Aeromonadaceae y Vibrionaceae. Los extractos de '*S. aromaticum*', '*P. dioica*' y '*R. officinalis*' tienen efecto inhibitorio frente a las bacterias patógenas aisladas. Pero al comparar los halos de inhibición de los extractos efectivos y el antibiótico oxitetraciclina, se determinó que los extractos con mayor efecto antimicrobiano son '*S. aromaticum*' y '*R. officinalis*'.

Por otra parte, los extractos etanólicos de '*Cinnamomum verum*' y '*Lippia graveolens*' no poseen efecto antimicrobiano frente a las bacterias patógenas aisladas. Cabe resaltar que se deben realizar más estudios para evaluar la eficiencia de las plantas medicinales a través de diversos métodos de extracción, solventes, material vegetal proveniente de diversas regiones geográficas, con el fin de ampliar el conocimiento del uso de plantas medicinales para controlar agentes bacterianos en la acuicultura.

Agradecimientos

La presente investigación fue posible gracias al financiamiento de la Dirección General de Investigación, de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través del programa de Ciencias Básicas, partida presupuestaria 4.8.26.7.27.

Referencias

- Abdul Razak, R.; Shariff, M.; Yusoff, F.M. & Safinar Ismail, I.** (2019). Bactericidal efficacy of selected medicinal plant crude extracts and their fractions against common fish pathogens. *Sains Malaysiana*, 48(8): 1601-1608. DOI «<http://dx.doi.org/10.17576/jsm-2019-4808-05>»
- Abutbul, S.; Golan-Goldhrish, A.; Barazani, O. & Zilberg, D.** (2004). Use of '*Rosmarinus officinalis*' as a treatment against '*Streptococcus iniae*' in tilapia ('*Oreochromis sp.*'). *Aquaculture*, 238(1-4): 97-105. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.05.016>»
- Alagawany, M.; Farag, M.R.; Salah, A.S. & Mahmoud, M.A.** (2020). The role of oregano herb and its derivatives as immunomodulators in fish. *Reviews in Aquaculture*, 12(4): 2481-2492. DOI «<https://doi.org/10.1111/raq.12453>»
- Alderman, D.J. & Smith, P.** (2001). Development of draft protocols of standard reference methods for antimicrobial agent susceptibility testing of bacteria associated with fish diseases. *Aquaculture*, 196(3-4): 211-243. DOI «[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00535-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00535-X)»
- Bulfon, C.; Volpatti, D. & Galeotti, V.** (2015). Current research on the use of plant-derived products in farmed fish. *Aquaculture Research*, 46(3): 513-551. DOI «<https://doi.org/10.1111/are.12238>»
- Buller, N.B.** (2004). *Bacteria from fish and other aquatic animals: a practical identification manual*. United Kingdom: CABI, Publishing.
- Citarasu, T.** (2010). Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. *Aquaculture International*, 18: 403-414. DOI «<https://link.springer.com/article/10.1007/s10499-009-9253-7>»
- Das, R.; Raman, R.P.; Saha, H. & Singh, R.** (2015). Effect of '*Ocimum sanctum*' Linn. (Tulsi) extract on the immunity and survival of '*Labeo rohita*' (Hamilton) infected with '*Aeromonas hydrophila*'. *Aquaculture Research*, 46(5): 1111-1121. DOI «<https://doi.org/10.1111/are.12264>»
- Dorman, H.J.D. & Deans, S.G.** (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88(2): 308-316. DOI «<https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x>»
- Dube, K. & Chanu, T.I.** (2012). Organic aquaculture: way to sustainable production. In: Goswami, U.C. (Ed.); *Advances in Fish Research*, (pp. 219-229). Recovered from «<https://www.researchgate.net/publication/262903857>»
- FAO (Food and Agriculture Organization).** (2020a). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020: la sostenibilidad en acción*, (Serial title: "The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA)"; p. 243). Roma. DOI «<https://doi.org/10.4060/ca9229es>»
- FAO (Food and Agriculture Organization).** (2020b). Global Aquaculture Production 1950-2018. *Fishery Statistical Collections (FIGIS): global aquaculture production (2018)* [Web]. Consulted in «<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en>»
- García Pérez, J.** (2013). *Analysis of competitiveness of tilapia industry: case Guatemala vs. Honduras*, (Master's Thesis in Aquaculture). Taiwan: National Taiwan Ocean University.
- Harikrishnan, R.; Balasundaram, C. & Heo M.S.** (2011b). Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. *Aquaculture*, 317(1-4): 1-15. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.03.039>»
- Harikrishnan, R.; Kim, J.S.; Kim, M.C.; Balasundaram, C. & Heo, M.S.** (2011a). '*Lactuca indica*' extract as feed additive enhances immunological parameters and disease resistance in '*Epinephelus bruneus*' to '*Streptococcus iniae*'. *Aquaculture*, 318(1-2): 43-47. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.04.049>»
- Lee, S.; Najiah, M.; Wendy, W. & Nadirah, M.** (2009). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of '*Syzygium aromaticum*' flower bud (Clove) against fish systemic bacteria isolated from aquaculture sites. *Frontiers of Agriculture in China*, 3: 332-336. DOI «<https://doi.org/10.1007/s11703-009-0052-8>»
- Livermore, D.M.** (2002). Multiple mechanisms of antimicrobial resistance in '*Pseudomonas aeruginosa*': our worst nightmare?. *Clinical Infectious Diseases*, 34(5): 634-640. DOI «<https://doi.org/10.1086/338782>»
- Lødemel, J.B.; Mayhew, T.M.; Myklebust R.; Olsen, R.E.; Espelid, S. & Ringø, E.** (2001) Effect of three dietary oils on disease susceptibility in Arctic charr ('*Salvelinus alpinus*' L.) during cohabitant challenge with '*Aeromonas salmonicida* ssp. *salmonicida*'. *Aquaculture Research*, 32(12): 935-945. DOI «<https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2001.00621.x>»
- Lovkova, M.Y.; Buzuk, G.N.; Sokolova, S.M. & Kliment'eva N.I.** (2001) Chemical features of medicinal plants (Review). *Applied Biochemistry and Microbiology*, 37: 229-237. DOI «<https://doi.org/10.1023/A:1010254131166>»
- Majolo, C.; da Rocha, S.I.B.; Chagas, E.C.; Chaves, F.C.M. & Bizzo, H.R.** (2017). Chemical composition of '*Lippia spp.*' essential oil and antimicrobial activity against '*Aeromonas hydrophila*'. *Aquaculture Research*, 48(5): 2380-2387. DOI «<https://doi.org/10.1111/are.13073>»

Marroquín Mora, D.C. & García-Pérez, J.R. (2015). *Evaluación 'in vitro' de extractos de plantas medicinales y probióticos como posibles agentes antimicrobianos para el control de las infecciones bacterianas más comunes en tilapia 'Oreochromis spp.'*, (Informe final 2015-4.8.26.7.27). Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA), Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas (IIH); Universidad de San Carlos de Guatemala. DOI «<http://doi.org/10.13140/RG.2.2.15760.76806>»

Ostrand, S.L.; Glenn, R.A.; Gannam, A.L. & Hanson, K.C. (2012). Inhibitory effects of Rosemary Oil on the *in vitro* growth of six common finfish pathogens. *North American Journal of Aquaculture*, 74(2): 230-234. DOI «<https://doi.org/10.1080/15222055.2012.675995>»

Pascual, M.E.; Slowing K.; Carretero E.; Sánchez Mata D. & Villar, A. (2001). *Lippia*: traditional uses, chemistry and pharmacology: a review. *Journal of Ethnopharmacology*, 76(3): 201-214. DOI «[https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(01\)00234-3](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(01)00234-3)»

Rattanachakunsoon, P. & Phumkhaorn, P. (2009). Prophylactic effect of '*Andrographis paniculata*' extracts against '*Streptococcus agalactiae*' infecting Nile tilapia ('*Oreochromis niloticus*'). *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 107(5): 579-582. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2009.01.024>»

Rattanachakunsoon, P. & Phumkhaorn, P. (2010). Potential of cinnamon ('*Cinnamomum verum*') oil to control '*Streptococcus iniae*' infection in tilapia ('*Oreochromis niloticus*'). *Fisheries Science*, 76: 287-293. DOI «<https://doi.org/10.1007/s12562-010-0218-6>»

Reverter, M.; Bontemps, N.; Lecchini, D.; Banaigs, B. & Sasal, P. (2014). Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: current status and future perspectives. *Aquaculture*, 433: 50-61. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.05.048>»

Roomiani, L.; Soltani, M.; Akhondzadeh-Basti, A.; Mahmoodi, A.T.; Mirghaed, A. & Yadollahi, F. (2013). Evaluation of the chemical composition and *in vitro* antimicrobial activity of '*Rosmarinus officinalis*', '*Zataria multiflora*', '*Anethum graveolens*' and '*Eucalyptus globulus*' against '*Streptococcus iniae*' the cause of zoonotic disease in farmed fish. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(3): 702-716. Recovered from «<http://jifro.ir/article-1-1104-en.pdf>»

Silveira-Coffigny, R. (2006). Los productos fito-farmacéuticos en la acuicultura. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, 7(8): 1-10. Recuperado de «<https://www.redalyc.org/pdf/636/63612750012.pdf>»

Sivaram, V.; Babu, M.M.; Immanuel, G.; Murugadass, S.; Citarasu, T. & Marian, M.P. (2004). Growth and immune response of juvenile greasy groupers ('*Epinephelus tauvina*') fed with herbal antibacterial active principle supplemented diets against '*Vibrio harveyi*' infections. *Aquaculture*, 237(1-4): 9-20. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.03.014>»

Stratev, D.; Zhelyazkov, G.; Noudou, X.S. & Krause, R.W.M. (2018). Beneficial effects of medicinal plants in fish diseases. *Aquaculture International*, 26: 289-308. DOI «<https://doi.org/10.1007/s10499-017-0219-x>»

Talpur, A.D.; Ikhwanuddin, M. & Bolong, A.M.A. (2013). Nutritional effects of ginger ('*Zingiber officinale*' Roscoe) on immune response of Asian sea bass, '*Lates calcarifer*' (Bloch) and disease resistance against '*Vibrio harveyi*'. *Aquaculture*, 400: 46-52. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.02.043>»

Van Hai, N. (2015). The use of medicinal plants as immunostimulants in aquaculture: a review. *Aquaculture*, 446: 88-96. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.03.014>»

Watanabe, W. O.; Losordo, T. M.; Fitzsimmons, K. & Hanley, F. (2002). Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends, and challenges. *Reviews in Fisheries Sciences*, 10(3-4): 465-498. DOI «<https://doi.org/10.1080/20026491051758>»

Yin, G.; Ardó, L.Á.; Thompson, K.D.; Adams, A.; Jeney, Z. & Jeney, G. (2009) Chinese herbs ('*Astragalus radix*' and '*Ganoderma lucidum*') enhance immune response of carp, '*Cyprinus carpio*', and protection against '*Aeromonas hydrophila*'. *Fish & Shellfish Immunology*, 26(1): 140-145. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.fsi.2008.08.015>»

Zheng, Z. L.; Tan, J.Y.W.; Liu, H.Y.; Zhou, X.H.; Xiang, X. & Wang, K.Y. (2009). Evaluation of oregano essential oil ('*Origanum heracleoticum*' L.) on growth, antioxidant effect and resistance against '*Aeromonas hydrophila*' in channel catfish ('*Ictalurus punctatus*'). *Aquaculture*, 292(3-4): 214-218. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.04.025>»



EJEMPLAR DE LORO CABEZA AMARILLA ('*Amazona oratrix*'): PROGRAMA DE RESGUARDO, PROTECCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE ESPECIES ENDÉMICAS EN LA UMA DE PSITÁCIDOS.

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

Fotografía: Jesús Ramírez.

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

DACBIOL



EJEMPLAR HERBORIZADO DE '*Ruellia* sp.' (Acanthaceae) DE LA COLECCIÓN DE PLANTAS VASCULARES DEL <HERBARIO UJAT>

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

Fotografía: José Francisco Juárez López



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.

