

Cuatro décadas de desarrollo científico en el Laboratorio de Acuicultura Tropical: de la biología de los peces nativos a la biotecnología para la producción y conservación

Four Decades of Scientific Advances at the Tropical Aquaculture Laboratory: From Native Fish Biology to Biotechnology for Aquaculture and Conservation

Wilfrido M. Contreras Sánchez

Editor en jefe 

¹Tropical Aquaculture
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
tropicalaquaculture@ujat.mx

Autor de correspondencia:
Wilfrido Miguel Contreras-
Sánchez
tropicalaquaculture@ujat.mx

Como citar:
Contreras-Sánchez WM
(2026). Cuatro décadas de
desarrollo científico en el
Laboratorio de Acuicultura
Tropical: de la biología de los
peces nativos a la
biotecnología para la
producción y conservación.
Tropical Aquaculture 4 (2):
e5766. DOI
10.19136/ta.a4n2.5766

Editorial Recibida: 13 de
octubre de 2026

Editorial Aceptada: 13 de
octubre de 2026

Licencia creative commons:
This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-
NonCommercial-NoDerivatives
4.0 International



Resumen

La historia del Laboratorio de Acuicultura Tropical (LAT) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco refleja cuatro décadas de investigación orientada al conocimiento, al aprovechamiento sustentable y a la conservación de los peces nativos del sureste de México. Desde sus primeros estudios sobre ictiofauna regional, biología reproductiva y alimentación, el Laboratorio ha evolucionado hacia el desarrollo de tecnologías para el cultivo, el manejo reproductivo y la producción de especies de importancia ecológica y económica. Las investigaciones sobre el pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), la tenguayaca (*Petenia splendida*) y la castarrica (*Mayaberos urophthalmus*) sentaron las bases para integrar conocimientos de nutrición, fisiología, reproducción y conservación. Posteriormente, los trabajos con robalos del género *Centropomus* consolidaron líneas de investigación sobre inducción hormonal del desove, calidad de gametos, larvicultura, producción de alimento vivo y control sexual, incorporando recientemente herramientas histológicas, endocrinológicas y moleculares para comprender los mecanismos del cambio de sexo. Esta trayectoria ha sido posible gracias a la continuidad de sus investigadores, a la formación de nuevas generaciones y a la colaboración con instituciones nacionales e internacionales. Más allá de sus contribuciones científicas, la experiencia del LAT demuestra que el desarrollo de la acuicultura de especies nativas requiere investigación sostenida, la integración de distintas disciplinas y una vinculación estrecha con las necesidades del sector productivo. Ante los desafíos ambientales, tecnológicos y económicos actuales, su principal compromiso es continuar generando conocimientos y soluciones que permitan producir alimentos de manera responsable, fortalecer las comunidades pesqueras y contribuir a la conservación de los recursos acuáticos.

Palabras clave: acuicultura tropical; peces nativos; biotecnología reproductiva; *Centropomus*; producción de semilla; conservación de recursos acuáticos.

Abstract

The history of the Tropical Aquaculture Laboratory (LAT) at Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) reflects four decades of research focused on understanding the sustainable use and conservation of native fish species in southeastern Mexico. Since its early studies on regional ichthyofauna, reproductive biology, and feeding habits, the Laboratory has evolved to develop technologies for the culture, reproductive management, and production of species of ecological and economic importance. Research on the tropical gar (*Atractosteus tropicus*), the bay snook (*Petenia splendida*), and the mayan cichlid (*Mayaheros urophthalmus*) laid the basis for integrating knowledge of nutrition, physiology, reproduction, and conservation. Subsequently, work with sea bass of the genus *Centropomus* consolidated lines of research on hormonal induction of spawning, gamete quality, larviculture, live feed production, and sex control, recently incorporating histological, endocrinological, and molecular tools to understand the mechanisms of sex change. This trajectory has been made possible by the continuity of its researchers, the training of new generations, and collaboration with national and international institutions. Beyond its scientific contributions, the LAT's experience shows that developing aquaculture for native species requires sustained research, integration across disciplines, and a close connection to the needs of the productive sector. Amid current environmental, technological, and economic challenges, its primary commitment is to continue generating knowledge and solutions that enable responsible food production, strengthen fishing communities, and contribute to the conservation of aquatic resources.

Keywords: tropical aquaculture; native fish; reproductive biotechnology; *Centropomus*; fry production; conservation of aquatic resources.

Editorial

Llegar a cuarenta años de producción científica en un laboratorio representa una oportunidad para mirar hacia atrás, pero también para preguntarse qué queda después de cuatro décadas de investigación. En el caso del Laboratorio de Acuicultura Tropical de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), la respuesta no se encuentra únicamente en una colección de artículos científicos, tesis o proyectos. Su historia puede seguirse, sobre todo, a través de las especies estudiadas, de los problemas abordados y de la manera en que las preguntas científicas fueron cambiando a medida que aumentaba el conocimiento.

El Laboratorio de Acuicultura Tropical surgió en una región donde el agua forma parte de la vida cotidiana. Tabasco es un territorio de lagunas, ríos, humedales y ambientes costeros, donde la pesca artesanal ha tenido históricamente una importancia económica, alimentaria y cultural. En ese contexto, estudiar los peces de la región no era solo una inquietud académica. Significaba comenzar a generar información sobre los recursos que sostenían las pesquerías locales y que, al mismo tiempo, podían tener potencial para la acuicultura.

Los antecedentes científicos de esta trayectoria pueden reconocerse desde mediados de la década de 1980, cuando comenzaron a documentarse la ictiofauna regional y distintos aspectos de la biología de los cíclidos nativos (Páramo-Delgadillo, 1984). Aquellos trabajos respondían a preguntas aparentemente sencillas: qué especies estaban presentes, cómo distinguir machos y hembras, de qué se alimentaban, cómo crecían y cuáles eran sus características reproductivas (Páramo-Delgadillo, 1985). Con el paso del tiempo, esas preguntas se volvieron más específicas y dieron origen a líneas de investigación que aún hoy se mantienen activas. Uno de los productos iniciales enfocados en resolver la producción de alimentos balanceados a partir de ingredientes locales fue elaborado por Quintero-Mármol y Córdova-Loreto (1988), en el que los autores investigaron fuentes alternas de alimentación animal para incorporarlas a alimentos para cíclidos nativos y tilapias.

El pejelagarto, *Atractosteus tropicus*, fue uno de los primeros organismos que permitieron construir una identidad propia para el laboratorio. La elección no fue casual, pues se trata de una especie estrechamente asociada con la cultura y la gastronomía del sureste de México, particularmente de Tabasco, pero durante muchos años existió poca información que permitiera pensar en su producción controlada. Los primeros trabajos estuvieron relacionados con su alimentación, su crecimiento, su biología y sus posibilidades de cultivo. Posteriormente se incorporaron estudios sobre histología gonadal, reproducción, nutrición, fisiología, genética, densidades de cultivo y estrategias para su conservación (Pérez-Sánchez y Páramo-Delgadillo, 1998; Pérez-Sánchez y Páramo-Delgadillo, 2008; Arias-Rodríguez *et al.*, 2009; Méndez-Marín *et al.*, 2009; Huerta-Ortíz *et al.*, 2009).

El trabajo con el pejelagarto mostró desde muy temprano una característica que después se convertiría en una constante del Laboratorio: no separar por completo la investigación básica de la aplicación. Conocer la estructura de las gónadas o el ciclo reproductivo tenía sentido porque podía ayudar a comprender cuándo y cómo reproducir una especie en cautiverio. Conocer su variabilidad genética era relevante tanto para el cultivo como para la conservación. El resultado fue una acumulación progresiva de información que, en gran medida, se compartió en

congresos nacionales e internacionales y terminó expresándose no sólo en artículos científicos, sino también en manuales, proyectos comunitarios, experiencias de producción y obras orientadas a sistematizar el conocimiento disponible (Martínez-García *et al.*, 2013; Márquez-Couturier *et al.*, 2013). En esta etapa la contribución de estudiantes mediante tesis fue fundamental.

A finales de la década de los años noventa y a principios de los años 2000, se fortalecieron otras líneas que tendrían una influencia importante en el desarrollo posterior del Laboratorio: la fisiología reproductiva y el control sexual en peces. Los trabajos sobre los efectos del estrés en la reproducción, la calidad de los gametos y de la progenie contribuyeron a incorporar una perspectiva fisiológica más amplia. Al mismo tiempo, los estudios sobre la masculinización de tilapia mediante esteroides, tratamientos por inmersión y diferentes estrategias de administración hormonal permitieron desarrollar herramientas experimentales que posteriormente se adaptarían a especies nativas (Contreras-Sánchez *et al.*, 1998; Fitzpatrick *et al.*, 1998; Schreck *et al.*, 2001; Vidal-López *et al.*, 2008). En este rubro, la tilapia desempeñó un papel metodológico importante y, aunque no era una especie nativa de la región, permitió trabajar con técnicas de inversión sexual, evaluar vías de administración de hormonas y estudiar también una cuestión que entonces recibía mucha menos atención: el destino ambiental de los esteroides utilizados en sistemas de producción. Los estudios sobre eliminación de metiltestosterona mediante carbón activado, radiación ultravioleta, irradiación solar o degradación bacteriana mostraban ya una preocupación por reducir los posibles impactos asociados con determinadas tecnologías acuícolas (Contreras-Sánchez *et al.*, 1997; Contreras-Sánchez *et al.*, 1999; Contreras-Sánchez *et al.*, 2001; Fitzpatrick *et al.*, 1999; Gale *et al.*, 1999; Bart *et al.*, 2003; Contreras-Sánchez *et al.*, 2002). Esa experiencia fue posteriormente transferida a organismos regionales. La tenguayaca, *Petenia splendida*, y la castarrica, *Mayaberos urophthalmus*, se convirtieron en modelos para estudiar la larvicultura, el crecimiento, los requerimientos nutricionales, la fisiología digestiva, la proporción sexual de los reproductores y el control hormonal del sexo (Jiménez-Martínez *et al.*, 2009; Uscanga Martínez *et al.*, 2012; Vidal-López *et al.*, 2009; Contreras García *et al.*, 2018). En estos trabajos comenzó a observarse con claridad una transición importante. La investigación ya no se limitaba a describir la biología de una especie. Se buscaba intervenir de manera controlada en procesos específicos para mejorar su cultivo: aumentar la disponibilidad de juveniles, establecer densidades adecuadas, determinar niveles de proteína, sustituir parcialmente ingredientes costosos, mejorar la supervivencia larvaria o controlar la proporción sexual. La participación del Laboratorio en programas internacionales como el Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program y, posteriormente, en el AquaFish-CRSP fue especialmente importante durante esta etapa. Los informes técnicos conservados de estos programas permiten reconstruir una parte de la historia que no siempre figura en las bases bibliográficas convencionales. A través de estos proyectos se trabajó en la selección de líneas de tilapia y de cíclidos nativos en sistemas de policultivo, en la reducción del impacto ambiental de los tratamientos hormonales, en la producción de semilla y, progresivamente, en el desarrollo de tecnologías para especies del género *Centropomus*. También se organizaron talleres, cursos, reuniones técnicas y simposios que contribuyeron a conectar la investigación realizada en Tabasco con grupos de América Latina y de otras regiones. Esta literatura gris — informes, proceedings, memorias y documentos técnicos— resulta

particularmente valiosa para comprender la trayectoria del Laboratorio. Muchos avances tecnológicos aparecen primero en este tipo de documentos, antes de convertirse en artículos científicos o en manuales. Una reconstrucción bibliográfica reciente, realizada con motivo de los cuarenta años del LAT, permitió identificar más de 200 productos científicos, técnicos, editoriales y de transferencia vinculados a siete investigadores que han participado de manera importante en su desarrollo. La cifra no corresponde únicamente a artículos arbitrados; incluye artículos, libros, capítulos, manuales, reportes de CRSP y AquaFish, memorias de congresos, presentaciones documentadas, materiales de capacitación y otros productos que permiten observar de manera más completa la actividad desarrollada durante cuatro décadas.

Si el pejelagarto representa una de las raíces históricas del Laboratorio, los robalos representan probablemente la línea en la que mejor puede observarse la evolución del conocimiento acumulado. El trabajo con *Centropomus* comenzó con preguntas sobre la biología reproductiva, la distribución de los reproductores y las diferencias entre ambientes. Posteriormente se avanzó hacia la evaluación de gametos, la inducción hormonal, el desarrollo embrionario y la producción de larvas (Contreras-Sánchez *et al.*, 2009; Contreras-García *et al.*, 2011; Contreras-Sánchez *et al.*, 2012; Perera García *et al.*, 2011; Perera García *et al.*, 2013; Hernández-Vidal *et al.*, 2014a; Hernández-Vidal *et al.*, 2014b; Contreras-García *et al.*, 2015; Vidal-López *et al.*, 2019).

El robalo blanco, *Centropomus undecimalis*, adquirió una importancia particular. Su valor económico, la demanda regional y la disminución de algunas poblaciones naturales hacían evidente el interés en desarrollar tecnologías que redujeran la dependencia de organismos silvestres. Sin embargo, reproducir una especie marina o estuarina en cautiverio dista mucho de ser un proceso sencillo. Mantener reproductores, identificar el momento adecuado para inducir la maduración final, obtener gametos de calidad, lograr la fertilización, producir larvas y conseguir que estas sobrevivan durante las primeras semanas requiere resolver, sucesivamente, numerosos problemas. Fue necesario caracterizar la calidad seminal y establecer métodos para evaluar a los machos. Fue necesario estudiar la fisiología reproductiva de poblaciones que habitan ambientes con salinidades distintas. Se desarrollaron protocolos de inducción del desove mediante análogos de GnRH y se avanzó en la reproducción en cautiverio no solo del robalo blanco, sino también del robalo chucumite (*C. parallelus*) y del robalo prieto (*C. poeyi*). La larvicultura abrió una nueva línea de problemas. Producir huevos no equivale a producir juveniles. La disponibilidad y la calidad del alimento vivo, la ontogenia del sistema digestivo, la aparición de enzimas, la densidad de cultivo y el momento del destete se convirtieron en preguntas centrales. De ahí surgieron estudios sobre zooplancton, copépodos, expresión génica durante la ontogenia y producción de alimento vivo. Este conjunto de experiencias terminó dando origen a manuales y obras técnicas. La publicación de un manual para la producción de robalo blanco -ya con dos ediciones- y, posteriormente, de una obra dedicada a la producción de alimento vivo refleja una característica relevante de la investigación aplicada: el conocimiento necesita organizarse de manera que pueda ser utilizado por otras personas (Contreras-Sánchez *et al.*, 2012; Vidal-López *et al.*, 2012; Vidal-López *et al.*, 2018; Kubicek *et al.*, 2018; Cruz-Rosado *et al.*, 2020; Contreras-Sánchez *et al.*, 2022; Contreras-García *et al.*, 2024; Vázquez-Gómez *et al.*, 2026).

Uno de los capítulos más recientes de esta historia deriva de una particularidad biológica de los robalos: su estrategia reproductiva. Varias especies del género *Centropomus* han sido reportadas como hermafroditas protándricos. Los individuos maduran inicialmente como machos y posteriormente se convierten en hembras. Para la acuicultura, esta característica representa un problema práctico. Los machos pueden obtenerse relativamente temprano, mientras que las hembras reproductoras suelen ser de mayor tamaño y edad. La posibilidad de modificar ese proceso se convirtió entonces en una pregunta de investigación. Los estudios sobre la feminización en *C. poeyi* con 17β -estradiol mostraron que era posible producir hembras funcionales mediante la intervención hormonal. Posteriormente, el trabajo avanzó hacia la inducción del cambio sexual en machos adultos de *C. undecimalis*. Lo relevante de esta etapa no es únicamente haber logrado modificar el sexo. La investigación comenzó a integrar distintos niveles de organización biológica. Ya no era suficiente observar la apariencia de las gónadas. Se incorporaron análisis histológicos, perfiles de hormonas esteroideas y la expresión de genes asociados a la diferenciación sexual.

En 2025, el estudio del cambio sexual inducido en *C. undecimalis* integró la morfología gonadal, las concentraciones hormonales y la expresión génica. En 2026, el análisis de la interacción entre la salinidad y el 17β -estradiol amplió esta aproximación mediante una evaluación histológica, hormonal y molecular. La trayectoria resulta ilustrativa: un programa que comenzó estudiando cuándo se reproducían los peces terminó preguntándose qué mecanismos celulares y moleculares regulan su cambio de sexo. No se abandonó la pregunta aplicada. Por el contrario, se profundizó en ella. Comprender los mecanismos permite diseñar mejores estrategias para manejar reproductores y reducir uno de los principales obstáculos en la producción de semilla de robalo (Contreras García *et al.*, 2025; Gaitán-Ibarra *et al.*, 2026a; Gaitán-Ibarra *et al.*, 2026b).

Después de cuarenta años, quizá una de las principales lecciones del LAT sea que la investigación aplicada requiere tiempo. Los problemas complejos rara vez se resuelven con un solo proyecto. La domesticación de una especie, por ejemplo, puede requerir décadas. Primero, hay que conocer su biología; después, mantenerla en cautiverio; posteriormente, reproducirla; producir larvas; desarrollar alimentos; controlar las enfermedades y, finalmente, conseguir que el proceso sea económicamente viable. Por eso, es importante mantener líneas de investigación a largo plazo. También es importante recordar que la utilidad social de la investigación no debe medirse exclusivamente por la posibilidad de desarrollar una tecnología comercial. La acuicultura puede desempeñar otra función particularmente relevante para regiones con una fuerte tradición pesquera: convertirse en una herramienta para apoyar el manejo y la conservación de las poblaciones naturales. Muchas pesquerías artesanales enfrentan problemas de sobreexplotación, degradación de los hábitats, contaminación y variaciones ambientales. En estas circunstancias, desarrollar la capacidad de reproducir especies nativas puede abrir nuevas posibilidades. Una de ellas es reducir la presión pesquera mediante la producción de organismos cultivados. Otra es desarrollar la acuicultura a pequeña escala como actividad complementaria para las comunidades pesqueras, y una tercera, particularmente delicada, es utilizar la producción controlada de juveniles como apoyo a programas de restauración o repoblamiento. Esto último requiere prudencia. Repoblar no significa simplemente producir peces y liberarlos. Una intervención responsable debe considerar la diversidad genética,

el origen de los reproductores, la estructura poblacional, los riesgos sanitarios, la capacidad de carga, la calidad del hábitat y el seguimiento posterior.

Precisamente por eso la participación de universidades y centros de investigación resulta indispensable. La acuicultura puede fortalecer las pesquerías artesanales, pero sólo si se integra con el conocimiento ecológico y con estrategias adecuadas de manejo pesquero. Desde esta perspectiva, producción y conservación dejan de ser conceptos opuestos. El mismo conocimiento que permite reproducir un pejelagarto o un robalo puede utilizarse para producir alimento, generar ingresos o apoyar programas de conservación. El propósito dependerá del contexto y de la manera en que se diseñe cada intervención.

Los laboratorios universitarios no permanecen cuarenta años únicamente por sus instalaciones. Permanecen porque hay personas capaces de transmitir preguntas, técnicas y formas de trabajo a las nuevas generaciones. La historia del LAT también puede leerse como una continuidad entre los investigadores. Los trabajos iniciales de Salomón Páramo-Delgadillo, Wilfrido Contreras-Sánchez y Gabriel Márquez-Couturier contribuyeron al conocimiento de las especies regionales y al desarrollo de las primeras experiencias con peces nativos. Arlette Hernández-Franyutti aportó una sólida base en histología y en morfología reproductiva. Ulises Hernández-Vidal, María de Jesús Contreras-García y Alejandro Mcdonal-Vera participaron en la consolidación de las líneas de reproducción, el manejo de reproductores y la producción de cíclidos nativos, fortaleciendo las líneas de fisiología reproductiva y de control sexual, y, posteriormente, el programa de reproducción de robalos y pargos. Leonardo Cruz Rosado ha incursionado en el estudio del plancton nativo y de su producción como alimento vivo. A esta historia se suman numerosos estudiantes, técnicos, colaboradores e investigadores de otras instituciones. Muchos aparecen como coautores de artículos, tesis, memorias y proyectos; otros participaron en tesis y actividades que probablemente nunca quedaron registradas en publicaciones. Una escuela científica se construye cuando el conocimiento no termina con quien inicia una línea de investigación. Se construye cuando un estudiante retoma una pregunta previa, la modifica y la lleva a otro nivel. Eso puede observarse con claridad en la trayectoria del LAT. La biología del pejelagarto llevó al cultivo, la nutrición y la conservación; los trabajos sobre inversión sexual en tilapia llevaron a técnicas aplicadas posteriormente a peces nativos; los primeros estudios de la biología reproductiva de robalos llevaron al manejo de reproductores y al desove inducido. La reproducción dio lugar a la larvicultura, que a su vez se centró en el alimento vivo y en la fisiología digestiva. La diferenciación sexual llevó a la endocrinología, y esta, a su vez, condujo a la expresión génica y a la biología molecular. No se trata de líneas aisladas. Son etapas de una misma historia.

La acuicultura tropical enfrenta problemas distintos a los de hace cuatro décadas. La disponibilidad de agua, el costo de los alimentos, el cambio climático, la aparición de enfermedades, la necesidad de reducir los impactos ambientales y la presión creciente sobre las poblaciones silvestres obligan a replantear la manera en que producimos organismos acuáticos. Los retos científicos tampoco son menores. Cerrar el ciclo de cultivo de una especie ya no es suficiente. Se requiere mejorar la eficiencia, reducir la mortalidad, optimizar el uso de recursos, mantener la diversidad genética y demostrar la viabilidad económica. En las especies nativas,

además, existe el desafío de evitar que el desarrollo tecnológico avance más rápido que nuestra comprensión de sus poblaciones naturales.

El Laboratorio de Acuicultura Tropical tiene ante sí la posibilidad de aprovechar cuatro décadas de experiencia para abordar estos problemas desde una perspectiva integradora. El trabajo futuro con pejelagarto, cíclidos nativos, robalos y otros peces nativos puede vincular la reproducción, la nutrición, la sanidad, la genética, los sistemas de recirculación, la fisiología ambiental y el análisis económico. También puede establecer conexiones más directas con pescadores, productores y organismos responsables del manejo de los recursos acuáticos.

La relación con el sector productivo será especialmente importante. La investigación aplicada a menudo comienza con una pregunta surgida en un laboratorio, pero también puede partir del problema cotidiano de un productor: mortalidad elevada, baja calidad de la semilla, alimentos costosos, reproductores que no desovan o crecimiento insuficiente. Escuchar esos problemas no reduce el valor científico de la investigación; con frecuencia, vuelve a formular preguntas más interesantes.

Después de cuarenta años, la historia del Laboratorio de Acuicultura Tropical puede resumirse en una transformación continua: *del conocimiento de los peces nativos al control de su reproducción y producción*. Pero quizá todavía falta añadir una última parte a esa frase. El conocimiento y el control tecnológico sólo adquieren pleno sentido cuando contribuyen a algo más amplio: *producir alimentos de manera responsable, conservar especies, fortalecer comunidades y ofrecer alternativas a quienes dependen de los ecosistemas acuáticos*. Ese probablemente sea uno de los retos más importantes de las próximas décadas. Que la investigación siga avanzando hacia preguntas cada vez más complejas, pero que nunca pierda de vista los problemas que existen fuera del laboratorio. Porque, al final, una de las mejores formas de medir la trayectoria de un centro de investigación no es solo preguntar cuánto publicó. También hay que preguntarse: ¿qué problemas ayudó a resolver?, ¿qué capacidades dejó instaladas? y ¿qué nuevas preguntas fue capaz de generar? A cuarenta años de su creación, esas son quizá las preguntas más pertinentes para evaluar el pasado y, sobre todo, para imaginar el futuro del Laboratorio de Acuicultura Tropical.

Literatura citada

- Arias-Rodríguez, L., Páramo-Delgadillo, S., Contreras-Sánchez, W. M., & Álvarez-González, C. A. (2009). Cariotipo del pejelagarto tropical *Atractosteus tropicus* (Lepisosteiformes: Lepisosteidae) y variación cromosómica en sus larvas y adultos. *Revista de Biología Tropical*, 57(3), 529–539.
- Bart, A. N., Athauda, A. R. S. B., Fitzpatrick, M. S., & Contreras-Sánchez, W. M. (2003). Ultrasound enhanced immersion protocols for masculinization of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 34(2), 210–216. doi: 10.1111/j.1749-7345.2003.tb00058.x
- Contreras-García, M. de J., Contreras-Sánchez, W. M., Hernández-Vidal, U., Arias-Rodríguez, L., Mcdonal-Vera, A., Vidal-López, J. M., Álvarez-González, C. A., Páramo-Delgadillo, S., & Patiño, R. (2011). Evaluación de la calidad espermática del robalo chucumite (*Centropomus parallelus*) usando implantes de GnRH-a bajo condiciones de laboratorio. *Kuxulkab'*, 17(32). doi: 10.19136/kuxulkab. a17n32.370

- Contreras-García, M. de J., Contreras-Sánchez, W. M., Hernández-Vidal, U., & Mcdonal-Vera, A. (2015). Induced spawning of the common snook (*Centropomus undecimalis*) in captivity using GnRH-a implants. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(6), 357–362. doi: 10.19136/era.a2n6.304
- Contreras-García, M. de J., Contreras-Sánchez, W. M., Mcdonal-Vera, A., & Hernández-Vidal, U. (2018). Masculinization of the native bay snook, *Petenia splendida*, using oral administration of the synthetic steroid 17 α -methyltestosterone. *Journal of the World Aquaculture Society*, 49(3). doi: 10.1111/jwas.12449
- Contreras-García, M. de J., Contreras-Sánchez, W. M., Mcdonal-Vera, A., & Cruz-Rosado, L. (2024). Inducción al desove, larvicultura y cría del róbalo mexicano *Centropomus poeyi* (Chávez, 1961). *Tropical Aquaculture*, 2(1), 7–14. doi: 10.19136/ta.a2n1.5729
- Contreras-García, M. de J., Contreras-Sánchez, W. M., Mendoza-Carranza, M., De la Cruz-Hernández, E. N., Mcdonal-Vera, A., & Hernández-Vidal, U. (2025). Gene expression, gonadal morphology, and steroid hormone profiles during induced sex-change in the protandric hermaphrodite *Centropomus undecimalis*. *Aquaculture*, 604, 742429. doi: 10.1016/j.aquaculture.2025.742429
- Contreras-Sánchez, W. M., Fitzpatrick, M. S., Milston, R. H., & Schreck, C. B. (1997). Masculinization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by single immersion in 17 α -methyl-dihydrotestosterone and trenbolone acetate. In K. Fitzsimmons (Ed.), *Tilapia aquaculture: Proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture* (pp. 783–790). Northeast Regional Agricultural Engineering Service.
- Contreras-Sánchez, W. M., Schreck, C. B., Fitzpatrick, M. S., & Pereira, C. B. (1998). Effects of stress on the reproductive performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Biology of Reproduction*, 58(2), 439–447. doi: 10.1095/biolreprod58.2.439
- Contreras-Sánchez, W. M., Fitzpatrick, M. S., Márquez-Couturier, G., & Schreck, C. B. (1999). Masculinization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by immersion in synthetic androgens: Timing and efficacy. In B. W. Green, H. C. Clifford, M. McNamara, & G. M. Montaña (Eds.), *V Central American Symposium on Aquaculture* (pp. 246–248).
- Contreras-Sánchez, W. M., Fitzpatrick, M. S., & Schreck, C. B. (2001a). Fate of methyltestosterone in the pond environment: Detection of MT in pond soil from a CRSP site. In A. Gupta, K. McElwee, D. Burke, J. Burright, X. Cummings, & H. Egna (Eds.), *Eighteenth annual technical report* (pp. 79–82). Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, Oregon State University.
- Contreras-Sánchez, W. M., Fitzpatrick, M. S., & Schreck, C. B. (2001b). Masculinization of tilapia by immersion in trenbolone acetate: Detection of trenbolone acetate after treatment. In A. Gupta, K. McElwee, D. Burke, J. Burright, X. Cummings, & H. Egna (Eds.), *Eighteenth annual technical report* (pp. 47–49). Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, Oregon State University.
- Contreras-Sánchez, W. M., Fitzpatrick, M. S., & Schreck, C. B. (2002). Fate of methyltestosterone in the pond environment: Use of MT in earthen ponds with no record of hormone usage. In K. McElwee, K. Lewis, M. Nidiffer, & P. Buitrago (Eds.), *Nineteenth annual technical report* (pp. 103–106). Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, Oregon State University.
- Contreras-Sánchez, W. M., Hernández-Vidal, U., Álvarez-González, C. A., Indy, J. R., Hernández-Franyutti, A., Mcdonal-Vera, A., Contreras-García, M. de J., Juárez-Castillo, C. G., Patiño, R., Fitzsimmons, K., & Monroy-Castañeda, I. B. (2009). Development of snook (*Centropomus* spp.) seed production technology for application in aquaculture and restocking of over-fished populations. In *Technical reports:*

- Investigations 2007–2009* (Indigenous Species Development/Experiment 07IND01UA). AquaFish Collaborative Research Support Program.
- Contreras-Sánchez, W. M., Contreras-García, M. de J., Mcdonal-Vera, A., Hernández-Vidal, U., Cruz-Rosado, L., & Martínez-García, R. (2012). *Manual para la producción de robalo blanco (Centropomus undecimalis) en cautiverio* (1.^a ed.). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. doi: 10.19136/book.30
- Contreras-Sánchez, W. M., Cruz-Rosado, L., Hernández-Vidal, U., Contreras-García, M. de J., & Mcdonal-Vera, A. (2022). *Producción de alimento vivo en acuicultura*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. doi: 10.19136/bk213al
- Cruz-Rosado L, Contreras-Sánchez WM, Hernández-Vidal U, Perez-Urbiola JC, Contreras-García MJ (2020) Population growth of a generational cohort of the copepod *Apocyclops panamensis* (Marsh, 1913) under different temperatures and salinities. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 7(2): e2505. DOI: 10.19136/era.a7n2.2505
- Fitzpatrick, M. S., Contreras-Sánchez, W. M., Milston, R. H., Lucero, M., & Feist, G. W. (1998). Steroid immersion for masculinization of tilapia. In D. Burke, J. Baker, G. Goetze, D. Clair, & H. Egna (Eds.), *Fifteenth annual technical report* (pp. 29–34). Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, Oregon State University.
- Fitzpatrick, M. S., Contreras-Sánchez, W. M., Milston, R. H., Lucero, M., & Feist, G. W. (1999). Steroid immersion for masculinization of tilapia: Immersion of tilapia fry in MDHT. In *Sixteenth annual technical report* (pp. 73–74). Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, Oregon State University.
- Gaitán-Ibarra S, Contreras-Sánchez WM, Villamizar-Villamizar N. (2026) Efectos de probióticos en crecimiento, morfometría de células sanguíneas y colonización gastrointestinal de juveniles de *Centropomus undecimalis*. *Rev MVZ Córdoba*. 2026 Jan. 20 [cited 2026 Oct. 11];31(1):e3960. <https://doi.org/10.21897/rmvz.3960>
- Gaitán-Ibarra, S., Contreras-Sánchez, W. M., Blanco-Cervantes, G., Cotes-Castro, L., & Villamizar-Villamizar, N. (2026). *Centropomus undecimalis*: Desempeño del crecimiento, respuestas hematológicas y costo unitario de alimentación con sustitución graduada de harina de soya. *Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios*, 13(2). <https://doi.org/10.19136/era.a13n2.4981>
- Gale, W. L., Fitzpatrick, M. S., Lucero, M., Contreras-Sánchez, W. M., & Schreck, C. B. (1999). Masculinization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by immersion in androgens. *Aquaculture*, 178(3–4), 349–357. doi: 10.1016/S0044-8486(99)00136-2
- Hernández-Vidal, U., Leshner-Gordillo, J., Contreras-Sánchez, W. M., & Chiappa-Carrara, X. (2014). Genetic variability of the common snook *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae) in connected marine and riverine environments. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 627–636.
- Hernández-Vidal, U., Chiappa-Carrara, X., & Contreras-Sánchez, W. M. (2014). Reproductive variability of the common snook, *Centropomus undecimalis*, in environments of contrasting salinities interconnected by the Grijalva–Usumacinta fluvial system. *Ciencias Marinas*, 40(3), 173–185. doi: 10.7773/cm.v40i3.2381
- Huerta-Ortiz, M., Álvarez-González, C. A., Márquez-Couturier, G., Contreras-Sánchez, W. M., Civera-Cerecedo, R., & Goytortúa-Bores, E. (2009). Sustitución total de aceite de pescado con aceite vegetal en larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. *Kuxulkab'*, 15(28), 51–58. doi: 10.19136/kuxulkab.a15n28.443
- Jiménez-Martínez, L. D., Álvarez-González, C. A., Contreras-Sánchez, W. M., Márquez-Couturier, G., Arias-Rodríguez, L., & Almeida-Madrigal, J. A. (2009). Evaluation of larval growth and survival in Mexican mojarra, *Cichlasoma urophthalmus*, and bay snook,

- Petenia splendida*, under different initial stocking densities. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(6), 753–761. doi: 10.1111/j.1749-7345.2009.00295.x
- Kubicek, K. M., Álvarez-González, C. A., Martínez-García, R., Contreras-Sánchez, W. M., Pohlenz, C., & Conway, K. W. (2018). Larval development of the Mexican snook, *Centropomus poeyi* (Teleostei: centropomidae). *Neotropical Ichthyology*, 16(1), e170014.
- Martínez-García, R., Hernández-Vidal, U., Hernández-Franyutti, A. A., Contreras-Sánchez, W. M., & Álvarez-González, C. A. (2013). Inducción a la síntesis de vitelogenina plasmática en machos de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) mediante el uso de 17 β -estradiol. *Kuxulkab'*, 19(36), 27–30. doi: 10.19136/kuxulkab.a19n36.334
- Márquez-Couturier, G., Vázquez-Navarrete, C. J., Contreras-Sánchez, W. M., & Álvarez-González, C. A. (2013). *Acuicultura tropical sustentable: Una estrategia para la producción y conservación del pejelagarto (Atractosteus tropicus) en Tabasco, México* (1.^a ed.). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. doi: 10.19136/book.27
- Méndez-Marín, O., Hernández-Franyutti, A. A., Álvarez-González, C. A., Contreras-Sánchez, W. M., & Uribe-Aranzábal, M. C. (2012). Histología del ciclo reproductor de hembras del pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Lepisosteiformes: Lepisosteidae) en Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 60(4), 1857–1871. doi: 10.15517/rbt.v60i4.2186
- Páramo-Delgadillo, S. (1984). Ictiofauna del río González y lagunas adyacentes, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 1(2), 5–19. doi: 10.19136/era.a1n2.358
- Páramo-Delgadillo, S. (1985). Determinación del sexo en algunos cíclidos de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 2(4), 61–63. doi: 10.19136/era.a2n4.370
- Perera-García, M. A., Mendoza-Carranza, M., Contreras-Sánchez, W. M., Huerta-Ortiz, M., & Pérez-Sánchez, E. (2011). Reproductive biology of common snook *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae) in two tropical habitats. *Revista de Biología Tropical*, 59(2), 669–681.
- Perera-García, M. A., Mendoza-Carranza, M., Contreras-Sánchez, W., Ferrara, A., Huerta-Ortiz, M., & Hernández-Gómez, R. E. (2013). Comparative age and growth of common snook *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae) from coastal and riverine areas in Southern Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 61(2), 807–819.
- Pérez-Sánchez, E., & Páramo-Delgadillo, S. (1998). Estudio histológico de las gónadas de pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Lepisosteiformes: Lepisosteidae). *Universidad y Ciencia*, 14(27), 69–82. doi: 10.19136/era.a14n27.500
- Pérez-Sánchez, E., & Páramo-Delgadillo, S. (2008). The culture of cichlids of southeastern Mexico. *Aquaculture Research*, 39(7), 777–783. doi: 10.1111/j.1365-2109.2008.01929.x
- Quintero-Mármol, A. & Córdova-Loreto, T. (1988). Fuentes alternativas de alimentación animal en el Estado de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 35pp.
- Schreck, C. B., Contreras-Sánchez, W. M., & Fitzpatrick, M. S. (2001). Effects of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny. *Aquaculture*, 197(1–4), 3–24. doi: 10.1016/S0044-8486(01)00580-4
- Uscanga-Martínez, A., Álvarez-González, C. A., Contreras-Sánchez, W. M., Márquez-Couturier, G., Civera-Cerecedo, R., Nolasco-Soria, H., Hernández-Llamas, A., Goytortúa-Bores, E., & Moyano, F. J. (2012). Protein requirement in masculinized and non-masculinized juveniles of bay snook *Petenia splendida*. *Hidrobiológica*, 22(3), 219–228.

- Vázquez-Gómez, J., Contreras-Sánchez, W. M., Contreras-García, M. J., Mcdonal-Vera, A., & Cruz-Rosado, L. (2026). Practical diets and stocking densities in the cultivation of juvenile *Centropomus poeyi*. *Tropical Aquaculture*, 4(1), e5762-e5762.
- Vidal-López, J. M., Contreras-Sánchez, W. M., Álvarez-González, C. A., Hernández-Franyutti, A. A., & Hernández-Vidal, U. (2008). Técnicas de reversión sexual aplicadas en acuicultura. *Kuxulkab'*, 15(27), 49–54. doi: 10.19136/kuxulkab.a15n27.850
- Vidal-López, J. M., Álvarez-González, C. A., Contreras-Sánchez, W. M., & Hernández-Vidal, U. (2009). Masculinización del cíclido nativo tenguyaca, *Petenia splendida* (Günther, 1862), usando nauplios de *Artemia* como vehículo del esteroide 17 α -metiltestosterona. *Hidrobiológica*, 19(3), 211–216.
- Vidal-López, J. M., Álvarez-González, C. A., Sánchez, W. M. C., Patiño, R., Hernández-Franyutti, A. A., Hernández-Vidal, U., & García, R. M. (2012). Feminización de juveniles del Robalo Blanco *Centropomus undecimalis* (Bloch 1792) usando 17 β -estradiol. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 4, 83-93.
- Vidal-López, J. M., Contreras-Sánchez, W. M., Torres-Martínez, A., Hernández-Franyutti, A. A., & Uribe, M. D. C. A. (2018). Early gonadal differentiation in the Mexican snook *Centropomus poeyi* (Centropomidae, Perciformes, Teleostei) suggests protandric hermaphroditism. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 51(6), 327-345.
- Vidal-López, J. M., Contreras-Sánchez, W. M., Hernández-Franyutti, A., Contreras-García, M. de J., & Uribe-Aranzábal, M. del C. (2019). Functional feminization of the Mexican snook (*Centropomus poeyi*) using 17 β -estradiol in the diet. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 47(2), 240–250. doi: 10.3856/vol47-issue2-fulltext-4