

Acuicultura tropical sustentable

Una estrategia para la producción y conservación del
pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) en Tabasco, México

Segunda edición

COLECCIÓN

JOSÉ N. ROVIROSA

Biodiversidad, desarrollo sustentable y trópico húmedo

José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

Acuicultura tropical sustentable

Una estrategia para la producción y conservación del
pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) en Tabasco, México

Segunda edición

Gabriel Márquez Couturier
César Jesús Vázquez Navarrete
Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Carlos Alfonso Álvarez González



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

Acuicultura tropical sustentable : Una estrategia para la producción y conservación del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) en Tabasco, México. / Gabriel Márquez Couturier... [et al.]; - 2ª Ed. - Villahermosa, Tabasco, México : Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2015.

87 P. - (Colección José N. Rovirosa. Biodiversidad, desarrollo sustentable y trópico húmedo)

Incluye Referencias Bibliográficas

ISBN:978-607-606-291-3

1 .Acuicultura. I. Título. II. Autor. III. Serie.
L.C. SH459 .A4 A38 2013

Primera edición, 2013

Segunda edición, 2015

D.R. © Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Av. Universidad s/n. Zona de la Cultura
Colonia Magisterial, C.P. 86040
Villahermosa, Centro, Tabasco.

El contenido de la presente obra es responsabilidad exclusiva de los autores. Su reproducción parcial o total requiere de la autorización expresa y por escrito del titular, en términos de la Ley Federal de Derechos de Autor.

ISBN: 978-607-606-291-3

Diseño y edición:	Gabriel Márquez Couturier
Apoyo editorial:	Francisco Morales Hoil
Fotografías del libro:	Gabriel Márquez Couturier y Laura Escobar Casillas

Hecho en Villahermosa, Tabasco, México

AGRADECIMIENTOS



Los autores desean agradecer el apoyo brindado para la realización de este libro a las siguientes instituciones y programas:

Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.

Otot Ibam, Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada de Capital Variable.

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



Consejo de Ciencia y Tecnología de Tabasco.



El Programa de
Pequeñas Donaciones
del F M A M
México



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas

CONTENIDO

PRÓLOGO	11
CAPÍTULO I. BIOLOGÍA GENERAL DEL PEJELAGARTO	
Biología general del pejelagarto	15
¿Cuándo aparecieron en nuestro planeta?	15
¿Cuántas especies se conocen en el mundo?	15
¿Cuál es el nombre común de estas especies?	16
¿Qué significa la palabra peje?	16
¿El pejelagarto sólo se encuentra en Tabasco?	16
¿Es verdad que Tabasco produce miles de pejelagartos al año?	17
¿Los pejelagartos están en peligro de extinción?	18
¿Es verdad que la hembra es más grande que el macho?	18
¿A qué edad se reproducen por primera vez?	18
¿Una hembra puede producir miles de huevos?	18
¿Es cierto que sólo se reproducen una vez al año?	18
¿Es verdad que son carnívoros y agresivos?	19
¿Cuántos años vive un pejelagarto?	19
¿Pueden respirar aire?	19
¿Son pequeños los huevos de pejelagarto?	20
¿Es cierto que los huevos son venenosos?	20
¿Cómo es un pejelagarto?	21

CAPÍTULO II. CICLO DE VIDA DEL PEJELAGARTO

Ciclo de vida del pejelagarto	25
-------------------------------	----

CAPÍTULO III. ACUICULTURA TROPICAL SUSTENTABLE

Acuicultura tropical sustentable	35
----------------------------------	----

Cultivo del pejelagarto	36
-------------------------	----

Cuarentena	36
------------	----

Selección de machos y hembras	38
-------------------------------	----

Preparación de estanques, nidos y calidad del agua	41
--	----

Desove espontáneo simulando el sitio donde chapalea	42
---	----

Desove suministrando la hormona LHRH-a	43
--	----

Incubación de los huevos	50
--------------------------	----

Crianza de larvas o larvicultura	50
----------------------------------	----

Alevinaje	55
-----------	----

Engorde	57
---------	----

Canibalismo	59
-------------	----

Anormalidades	61
---------------	----

Enfermedades y tratamientos	66
-----------------------------	----

CAPÍTULO IV. ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL PEJELAGARTO EN TABASCO

Estrategias para la conservación del pejelagarto en Tabasco	71
---	----

Conservación del pejelagarto en ecosistemas de Tabasco	72
--	----

La pesca del pejelagarto en antaño	75
------------------------------------	----

La leyenda del pejelagarto	76
----------------------------	----



Juvenil de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*)

PRÓLOGO

Escribir el prólogo de un libro nunca es fácil; requiere de objetividad y crítica constructiva, al mismo tiempo que generalmente se escribe sobre la obra de algún amigo entrañable o colegas cercanos; por lo tanto la objetividad se enfrenta con la subjetividad de la amistad. Sin embargo, escribir el prólogo de una obra tan inusual como ésta resultó ser, además de un ejercicio literario, un reencuentro con las historias. Historias que en la primera sección del libro se plasman como preguntas, preguntas que nos hemos hecho muchos de los involucrados en el estudio de los Lepisos (mejor conocidos como pejelagartos en el trópico mexicano). Historias que también fueron adoptadas por muchos de nuestros estudiantes y colegas de México y el extranjero y que constituyeron además de un mero ejercicio científico un lazo de amistad y camaradería. En otras palabras, el pejelagarto se convirtió en parte esencial de muchas vidas que se entrelazaron en la hoy Red Internacional de Investigadores de Lepisos. Este libro es entonces una comunión de ideas y aportaciones de muchos hombres y mujeres; se fusionó en una versión amena, rica de detalles e imágenes y en un lenguaje cotidiano al alcance de todos. Se puede contestar las preguntas de niños, amas de casa, campesinos, pescadores y acuicultores, así como de literatos, músicos, poetas y locos. Hay respuestas para todos. En la segunda sección del libro se presenta de manera sintética el ciclo de vida de la especie mostrando las diferentes etapas de su vida, con énfasis en la reproducción y las preferencias alimenticias de este singular pez y las edades en las cuales machos y hembras participan en la producción de crías, contribuyendo al reclutamiento de las poblaciones. La tercera sección es quizá la aportación más valiosa del libro, pues conduce al lector de una manera sencilla y paso a paso por las diversas etapas requeridas en el cultivo del pejelagarto. Aquí se detallan una serie de recetas para producir en cautiverio crías y juveniles. También se documenta la forma en que se debe llevar a cabo la engorda exitosa de la especie mostrando ejemplos de instalaciones, equipos y materiales necesarios para llevar a cabo dicha tarea. Todos estos elementos han permitido la consolidación de un paquete tecnológico diseñado, probado y llevado a prácticas de extensionismo por investigadores, técnicos y estudiantes del laboratorio de Acuicultura Tropical de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Con esto, se ha logrado apoyar a una gran cantidad de acuicultores tabasqueños, chiapanecos, campechanos, guatemaltecos y costarricenses implementando este paquete tecnológico en la búsqueda de un cultivo rentable del recurso, mismo que hace no muchos años estuvo considerado como una especie en riesgo por su sobreexplotación y que llegó a ser extirpada de algunas lagunas y ríos del estado de Tabasco. La cuarta y última sección del libro plantea diversas acciones necesarias para alcanzar el manejo sustentable del recurso pejelagarto, haciendo énfasis en la necesidad de comunicación, legislación y educación ambiental.

Para esta segunda edición, el contenido se ha sintetizado para facilitar la aproximación a lectores no especializados. Igualmente se ha prescindido de las traducciones a los idiomas inglés y chontal, puesto que está enfocado en su difusión en medios digitales.

Los invitamos pues a disfrutar de esta obra, esperando que a través de ella se entienda y valore a una especie que ha sobrevivido al pantano por más de 180 millones de años, pero sobre todo, ha sobrevivido al ser humano... ¡Buen provecho!

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez

BIOLOGÍA GENERAL DEL
PEJELAGARTO

CAPÍTULO I

BIOLOGÍA GENERAL DEL PEJELAGARTO

¿Cuándo aparecieron en nuestro planeta?

Los pejelagartos forman parte de un grupo de peces primitivos (Lepisosteidos) que se cree que aparecieron hace 180 millones de años, en la era paleozoica. Los fósiles encontrados en América, Europa e India se calcula que son del Cretácico y que aparecieron hace 70 millones de años, estos ejemplares fosilizados son similares a los pejelagartos actuales (Wiley, 1976). Por esta razón a los pejelagartos se les considera como peces de la prehistoria que estuvieron cuando los dinosaurios habitaron nuestro planeta (Figura 1).



Figura 1. Ejemplar adulto de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) preservado en seco en la Estación Acuícola Los Diamantes, Guápiles, INCOPECA, Costa Rica.

¿Cuántas especies se conocen en el mundo?

Son siete las especies y están agrupadas en una sola familia de peces (LEPISOSTEIDAE) y dos géneros (*Lepisosteus* y *Atractosteus*).

El género *Lepisosteus* lo integran cuatro especies: *Lepisosteus osseus*, *Lepisosteus platyrhincus*, *Lepisosteus platostomus* y *Lepisosteus oculatus*. El género *Atractosteus* lo integran tres especies: *Atractosteus spatula*, *Atractosteus tropicus* y *Atractosteus tristoechus*.

¿Cuál es el nombre común de estas especies?

Al pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) se le conoce con otros nombres fuera de Tabasco y de Campeche, en algunas partes de Chiapas y sur de Veracruz se le nombra como pez armado y catán respectivamente, en Costa Rica como pez gaspar y en Guatemala como machorra. En lengua inglesa el pejelagarto es conocido como Tropical gar.

En Tamaulipas y Nuevo León usan el nombre común de Catán para referirse a la especie *Atractosteus spatula*, conocida en los Estados Unidos de Norteamérica como Alligator Gar. El nombre de catán pintado o Spotted Gar corresponde a la especie *Lepisosteus oculatus*. Catán aguja o Longnose Gar es para referirse al *Lepisosteus osseus* que habitan al sur de los Estados Unidos de Norteamérica.

En Cuba al *Atractosteus tristoechus* se le conoce con el nombre común de manjuarí y en lengua inglesa como Cuban gar.

En México sólo se encuentran dos especies: *Atractosteus spatula* y *Atractosteus tropicus* y no comparten la zona geográfica donde viven, pero las personas se confunden porque a ambos se les llama de manera común como Catán o pejelagarto. Sin embargo, en el lenguaje de la ciencia el nombre científico sirve para nombrar correctamente a cada especie.

¿Qué significa la palabra peje?

La palabra peje significa pez y por presentar un hocico similar al de un cocodrilo o lagarto se utiliza el nombre compuesto de pejelagarto para hacer alusión a esta especie en particular.

¿El pejelagarto sólo se encuentra en Tabasco?

No, en otros Estados del sureste mexicano también existen poblaciones silvestres; sur de Veracruz, Campeche y Chiapas (Álvarez, 1970).

El pejelagarto se encuentra distribuido del sur de México hasta Costa Rica en Centroamérica (Bussing, 2002). Se encuentra en el lago Nicaragua y en el río San Juan y sus tributarios respectivamente. En Guatemala se localiza en los humedales pantanosos de la Sierra de Lacandón municipio La Libertad en el departamento El Peten. En la vertiente del Pacífico se localiza desde el sureste de Chiapas hasta el Golfo de Fonseca en Nicaragua (Espinosa et al. 1993). En los humedales de la zona norte de Costa Rica, concretamente en el cantón Los Chiles y sus distritos; Los Chiles, Caño Negro, El Amparo y San Jorge (Protti y Cabrera, 2007).

¿Es verdad que Tabasco produce miles de pejelagartos al año?

Es cierto, en Tabasco se localiza la mayor población silvestre de pejelagarto, los abundantes ríos y lagunas, las extensas llanuras de inundación y de humedales han permitido volúmenes de captura anual que varían de 100 a 550 toneladas aproximadamente en los últimos 20 años (Figura 2).

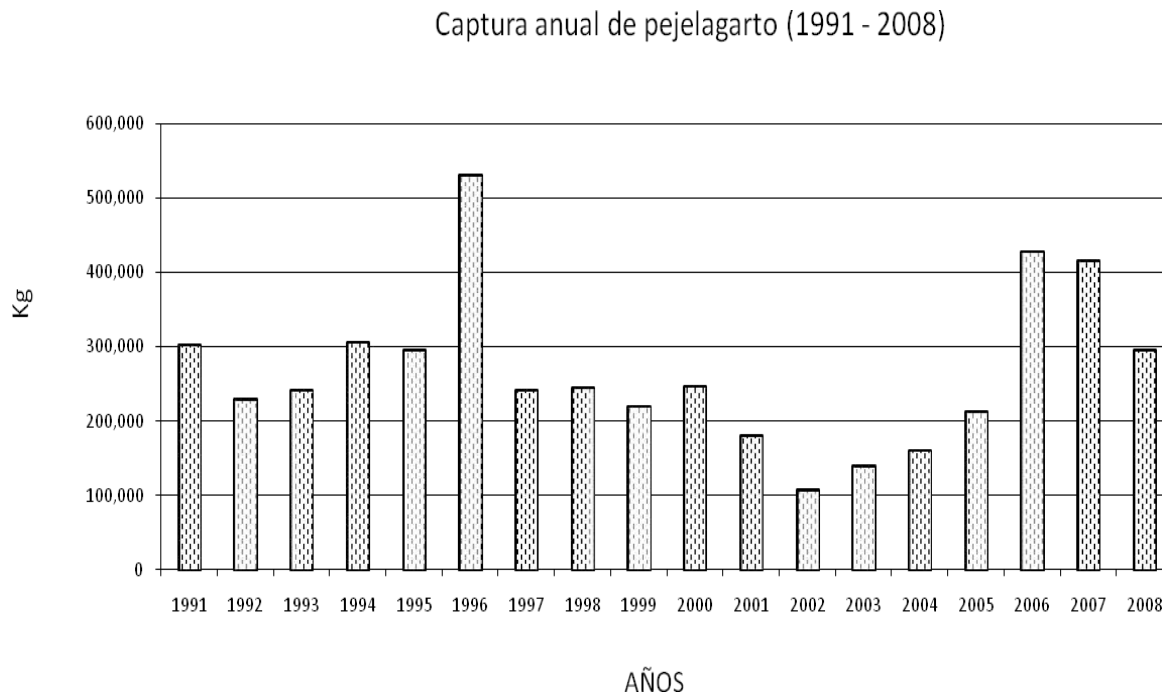


Figura 2. Producción pesquera anual de pejelagarto (*A. tropicus*) en el Estado de Tabasco (Fuente: Subdelegación de Pesca, Delegación Federal Tabasco, SAGARPA, 2011).

En las poblaciones silvestres de pejelagarto, los machos son más abundantes que las hembras; en la laguna El Horizonte de la rancharía El Espino, Centro, se encontraron 4 machos por cada hembra (Alemán y Contreras, 1988), en el ejido Rio Playa, Comalcalco, fueron 9 machos por cada hembra (Márquez, 2000), en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla 5 machos por hembra (Márquez, 2002). Actualmente, 6 de cada 10 pejelagartos que venden en los mercados públicos y pescaderías son ejemplares pequeños de 550 gramos en promedio, de 2 a 3 son de 2 a 3 kg y de 1 a 2 son ejemplares grandes de 4 a 6 kg.

La producción pesquera de pejelagarto en Tabasco está soportada por los machos y se estima que un total de 700,000 pejelagartos se capturaron en el año de 1996.

¿Los pejelagartos están en peligro de extinción?

No, pero las poblaciones silvestres están disminuyendo por la presión de la pesca y las diversas alteraciones a su hábitat. Su estado de conservación se considera “deteriorado”, con una tendencia sostenida hacia la disminución de las poblaciones silvestres en algunos municipios en Tabasco.

¿Es verdad que la hembra es más grande que el macho?

Si es verdad, en este grupo de peces, las hembras son de mayor peso y longitud que los machos después del tercer año de vida. Debido a que los machos maduran sexualmente antes que las hembras, parte de los nutrientes de su alimento lo utilizan en la reproducción, disminuye su crecimiento en peso y talla.

¿A qué edad se reproducen por primera vez?

La mayoría de los machos de pejelagarto alcanzan la primera madurez sexual al cumplir un año de edad y miden de 32.5 a 45.5 cm de longitud total. La primera maduración sexual en hembras de pejelagarto se presenta en el segundo año de edad y miden de 40 a 50 cm de longitud total (Márquez, 2002).

¿Una hembra puede producir miles de huevos?

Sí, una hembra de 3 kg de peso puede producir de 25 000 a 30 000 huevos aproximadamente (Márquez, 2000). El número de huevos se incrementa cuando la hembra es de mayor tamaño (Hernández, 2002).

¿Es cierto que sólo se reproducen una vez al año?

Sí, es cierto: sólo se reproducen una vez al año y puede ocurrir entre los meses de junio a septiembre (Resendez y Salvadores, 1983). El chapaleo o desove ocurre con mayor frecuencia en el mes de agosto en zonas poco profundas de ríos, lagunas y áreas inundadas de Tabasco (Márquez, 2000).

¿Es verdad que son carnívoros y agresivos?

Los pejelagartos son peces carnívoros, en la etapa de larva su primera alimentación son pulgas de agua (pequeños crustáceos), larvas de mosquitos, insectos y peces pequeños (Contreras et al. 1989). Los juveniles principalmente consumen peces. Los pejelagartos adultos aprovechan la disponibilidad de alimentos de origen animal, ingieren pulgas de agua, insectos y peces (Márquez, 2002). Ocasionalmente, aprovechan la carne de animales muertos, siendo carroñeros como el catán *Atractosteus spatula* (Mendoza et al. 2000). No son agresivos con las personas, no somos parte de su dieta.

¿Cuántos años vive un pejelagarto?

Se estima que pueden vivir entre 20 y 40 años, alcanzar 150 cm de longitud total y hasta 18 kg de peso. En cautiverio es posible que se prolongue la vida de estos peces debido a que no tienen depredadores naturales.

¿Pueden respirar aire?

Sí, toman oxígeno del aire, los pescadores locales le llaman piquear cuando ven un movimiento rápido en la superficie del agua, un chasquido suave y haber visto un pez por escasos segundos.

El pejelagarto tiene la capacidad de oxigenar su cuerpo tragando aire, que pasa por un conducto que está conectado a la vejiga natatoria. Dicha vejiga, está cubierta de minúsculos e innumerables vasos sanguíneos llamados capilares (Figura 3). Son los glóbulos rojos de la sangre capilar quienes capturan el oxígeno del aire para conducirlo por el torrente sanguíneo a todo el cuerpo. No tienen pulmones, pero apoyan la respiración branquial tomando del aire el oxígeno que necesitan.

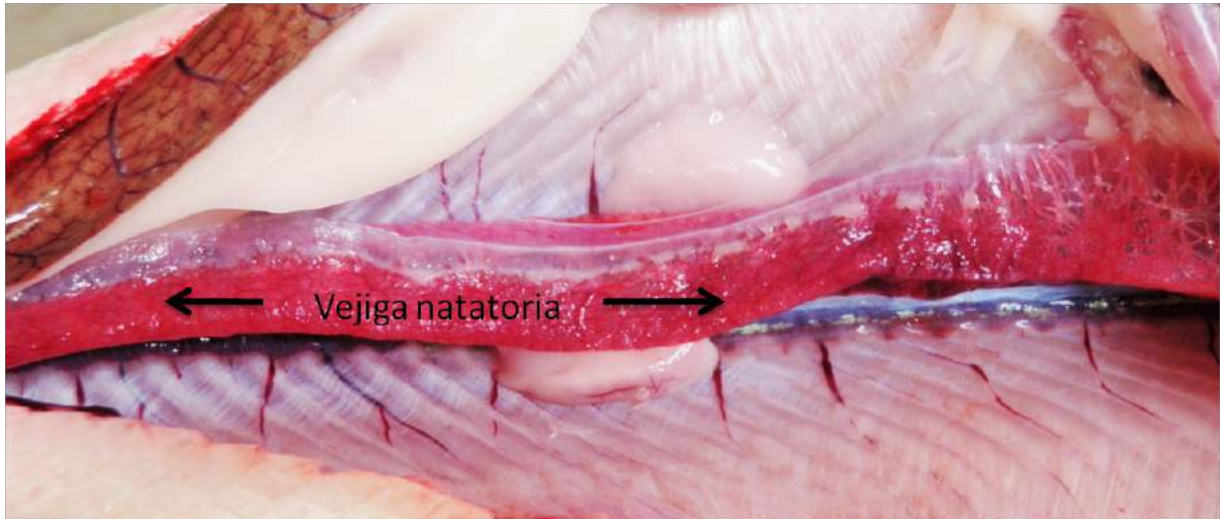


Figura 3. Vejiga natatoria del pejelagarto (*A. tropicus*) con pequeños vasos sanguíneos de color rojo a lo largo de la cavidad visceral.

¿Son pequeños los huevos de pejelagarto?

No, los huevos son grandes y se observan a simple vista cuando las hembras están maduras. Una hembra pequeña de 1.5 Kg de peso produce huevos de 2.2 mm de diámetro. El diámetro del huevo aumenta cuando las hembras son de mayor tamaño; hembras medianas de 3.5 Kg. de peso darán huevos de 3.2 mm y hembras grandes de 6.5 Kg de peso producirán huevos 4.2 mm de diámetro (Márquez, 2000; Hernández, 2002).

¿Es cierto que los huevos de pejelagarto son venenosos?

Son Tóxicos para el humano, letales en aves domésticas y en peces que los consumen no tienen ningún efecto. Se sabe que presentan una toxina que en el humano puede causar intoxicaciones de leves a severas con vómito y diarrea, dependiendo de la sensibilidad de cada persona y de la cantidad de huevos que consumió será el grado de intoxicación y atención medica que requiera.

¿Cómo es un pejelagarto?

Es un pez de cuerpo alargado y cilíndrico, de color verde olivo en el dorso con manchas de pigmento de color negro, el vientre es de color claro y todo el cuerpo está cubierto de moco (Figura 4).



Figura 4. Macho de pejelagarto (*A. tropicus*).

La boca es alargada con dientes caninos fuertes y curvos hacia el interior (Figura 5).



Figura 5. Hembra de pejelagarto (*A. tropicus*) con hileras de dientes caninos.

Las escamas tienen forma de rombo, duras y cubren todo el cuerpo (Figura 6). La aleta dorsal y anal muy cerca de la caudal hace fácil la identificación de este pez (Bussing, 2002).



Figura 6. Escamas con forma de rombo, imbricadas, que cubren todo el cuerpo en el pejelagarto (*A. tropicus*).

CICLO DE VIDA DEL
PEJELAGARTO

CAPÍTULO II

CICLO DE VIDA DEL PEJELAGARTO

El desove o chapaleo del pejelagarto (*A. tropicus*) se lleva a cabo en sitios con vegetación acuática como la lechuga, la pancilla, el jacinto o en pastizales inundados durante el inicio de la temporada de lluvias, cuando ríos y lagunas invaden áreas vecinas (Figura 7).

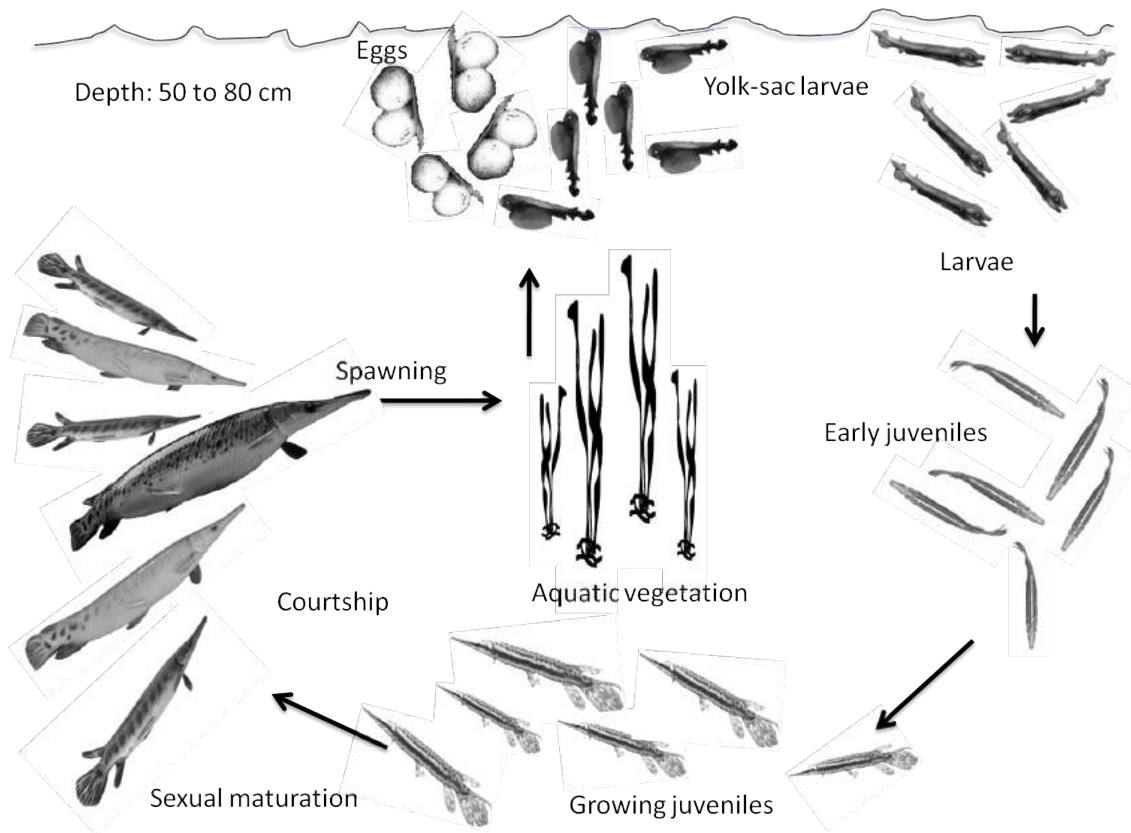


Figura 7. Ciclo de vida del pejelagarto (*A. tropicus*).

Los machos realizan un cortejo que consiste en acompañar a la hembra muy cerca, con ligeros roces en el abdomen y persecuciones cortas y rápidas, esta actividad dura varias horas y sirve de estímulo a la hembra para iniciar el chapaleo. La hembra conduce a un grupo de 3 a 9 machos que la acompañan al sitio donde va a desovar, se abren paso entre la vegetación, la hembra nada lento para elegir el sitio que va servir de nido para los huevos. Al momento de la expulsión de huevos la hembra se coloca de lado y sacude la

parte posterior de su cuerpo, chapalea y es entonces que los huevos son esparcidos hacia la vegetación, en ese mismo momento los machos expulsan semen para fertilizarlos, con una conducta similar a la hembra. Después de unos minutos se repite esta acción y puede durar varias horas, dependiendo del tamaño de la hembra (Figura 8).

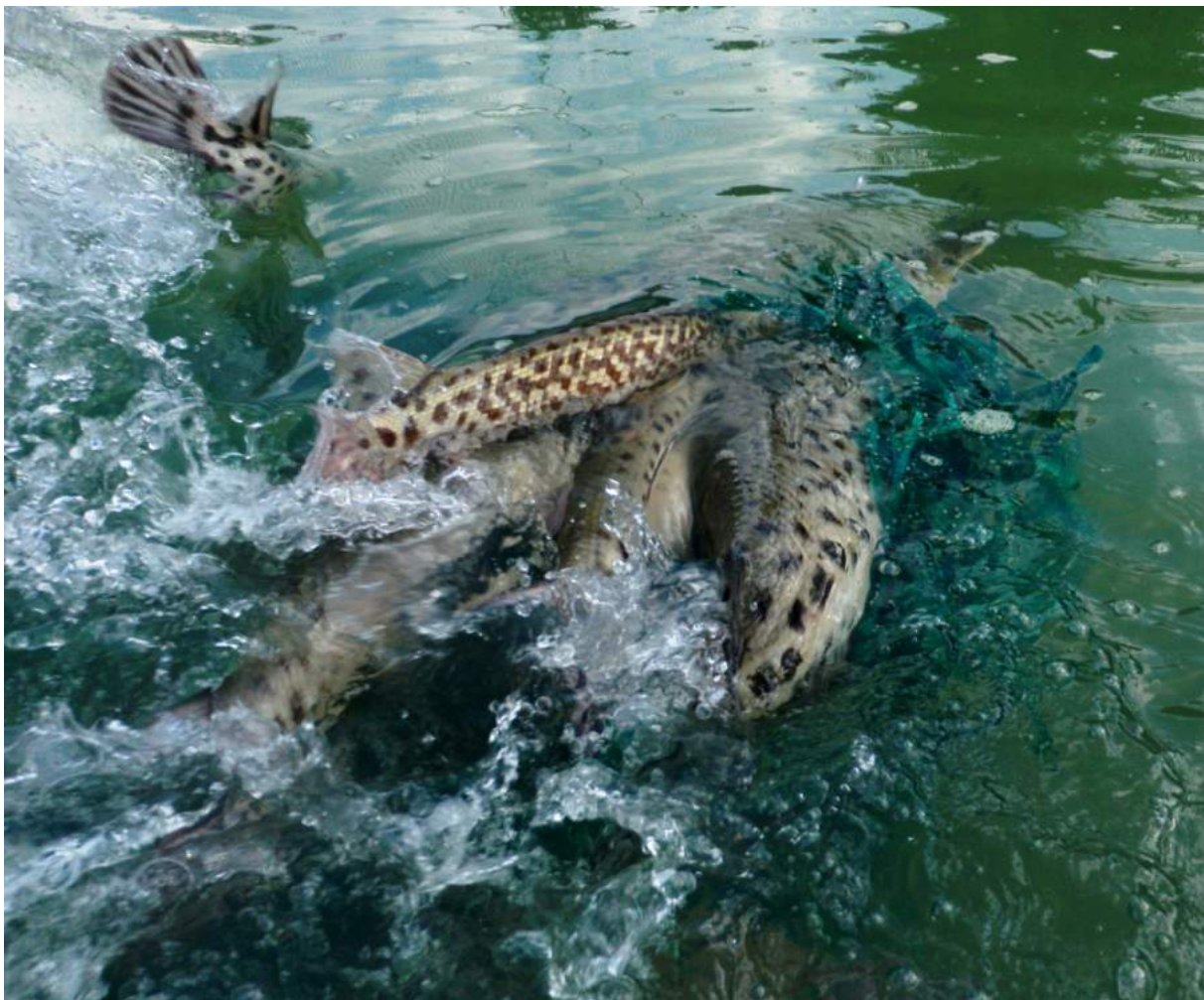


Figura 8. Desove o chapaleo de una hembra y varios machos de pejelagarto (*A. tropicus*) en cautiverio.

Los tallos, raíces y hojas de cualquier tipo de vegetación sumergida, emergente o flotante son utilizados como “nido” o sustrato para el desove de los pejelagartos. Los huevos son de color verde olivo opaco con una sustancia adherente con la cual quedan pegadas a cualquier objeto (Contreras y Alemán, 1988).

El desarrollo del embrión (Figura 9) ocurre en las siguientes 48 a 72 horas de haber sido fertilizado el huevo, eclosionando una larva trasparente de 7.5 mm de longitud con una yema de vitelo en el vientre (larva vitelina o eleteuroembrión), el vitelo es su alimento para continuar su desarrollo y crecimiento en los siguientes días. La larva se fija a cualquier superficie mediante un disco adhesivo que presenta en la parte anterior de la cabeza.

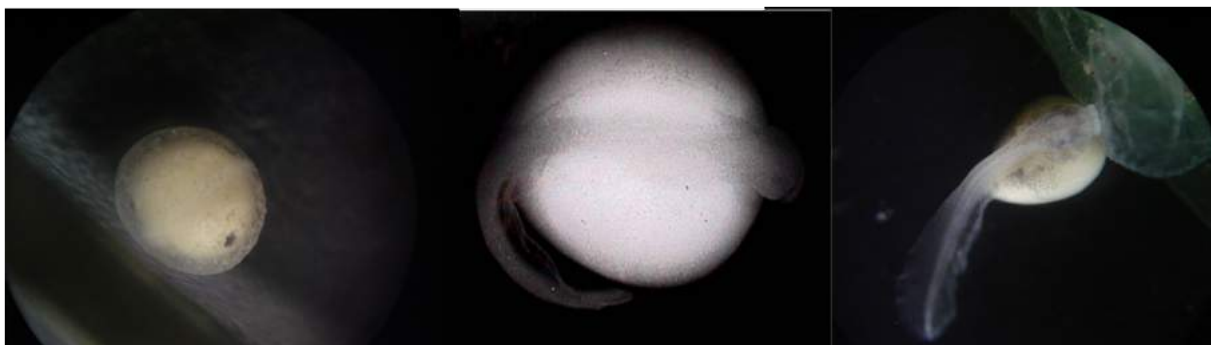


Figura 9. Huevo fertilizado, embrión en proceso de desarrollo y larva recién eclosionada del pejelagarto (*A. tropicus*) fija a la cascara del huevo mediante el disco adhesivo.

Fuera del huevo, las larvas continúan su crecimiento y su desarrollo; en los siguientes tres días se formarán los ojos, la boca, las aletas, las branquias, la piel y el pigmento de color negro que les brinda camuflaje para pasar desapercibidos entre la vegetación (Figura 10). El disco adhesivo desaparece al tercer día y es el momento en que inician el nado (Márquez et al. 2006).

El primer día se observan en posición vertical, al segundo día en posición horizontal y al tercer día han iniciado el nado, llenan la vejiga natatoria, ejercitan la boca abriéndola y cerrándola a manera de bostezos, se observa la postura de ataque, arquean el cuerpo y se lanzan hacia delante, lo cual es una señal de que se acerca el inicio de la búsqueda y captura de alimento. A esta edad las larvas pueden medir de 14 a 19 mm de longitud total.

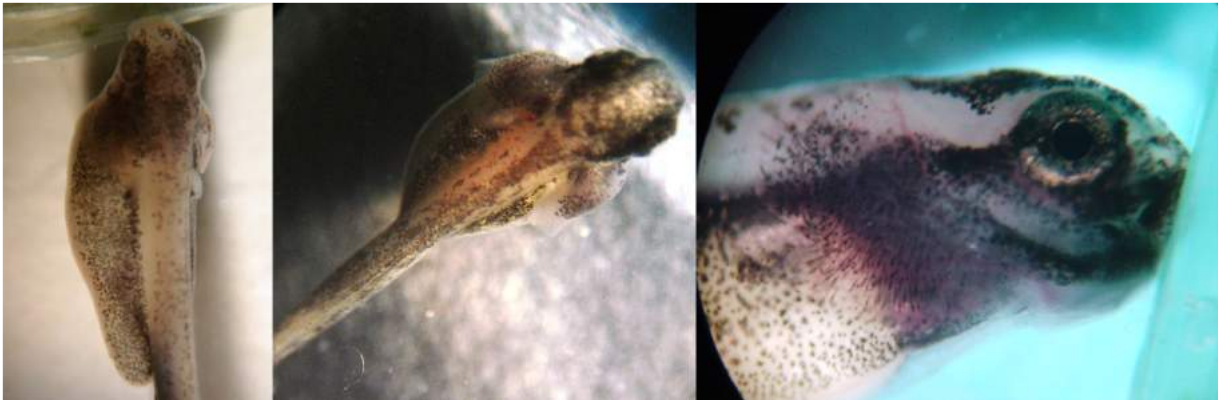


Figura 10. Larvas de pejelagarto (*A. tropicus*) dos días después de haber salido del huevo.

Su alimento natural son las pulgas de agua (Cladóceros) en los primeros días, después incluyen larvas de mosquitos y de otros insectos, hasta capturar presas de mayor talla como las crías de peces, su habilidad para capturar y tragar los alimentos los convierte en carnívoros eficientes y en poco tiempo adquieren una dieta similar a la de los adultos (Márquez y Contreras, 1988).

Son pequeños juveniles después de que trascurrieron 22 días desde que salieron del huevo (Figura 11).



Figura 11. Desarrollo de la etapa de larva a juvenil del pejelagarto (*A. tropicus*).

Los pequeños juveniles tienen el hocico alargado característico de la especie, miden de 28 a 45 mm de longitud total, están bien definidas las aletas pectorales, la caudal, la anal y la dorsal, las últimas en desarrollarse son las aletas pélvicas en la región abdominal, el aparato digestivo está maduro, con actividad de las enzimas digestivas que facilitan la digestión y asimilación de los alimentos (Márquez., et al. 2006).

En el medio natural y en cautiverio se presenta el canibalismo (Márquez, 2000; Escobar, 2006), en ambos casos los pejelagartos de mayor tamaño se alimentan de los pequeños, controlando la sobrepoblación y creciendo más rápido que si se alimentan de otras presas.

Los juveniles de pejelagarto consumen cualquier tipo de alimento vivo que pase cerca de ellos, en un encuentro casual entre el depredador y la presa, la talla y el hambre determinan si se lleva a cabo el ataque. Esta es una de las etapas donde el pez grande se come al chico y donde aumenta la posibilidad de agresiones para obtener una porción de alimento o de engullirlo por completo si es de menor talla (Figura 12).



Figura 12. Juveniles de pejelagarto (*A. tropicus*) de 2 y 5 meses de edad.

Los juveniles continúan creciendo hasta alcanzar la primera talla de madurez sexual (Figura 13).



Figura 13. Juvenil de pejelagarto (*A. tropicus*) de 9 meses de edad.

En el primer año de edad los machos maduros participan del desove y presentan un par de testículos de color claro bien desarrollados (Figura 14).

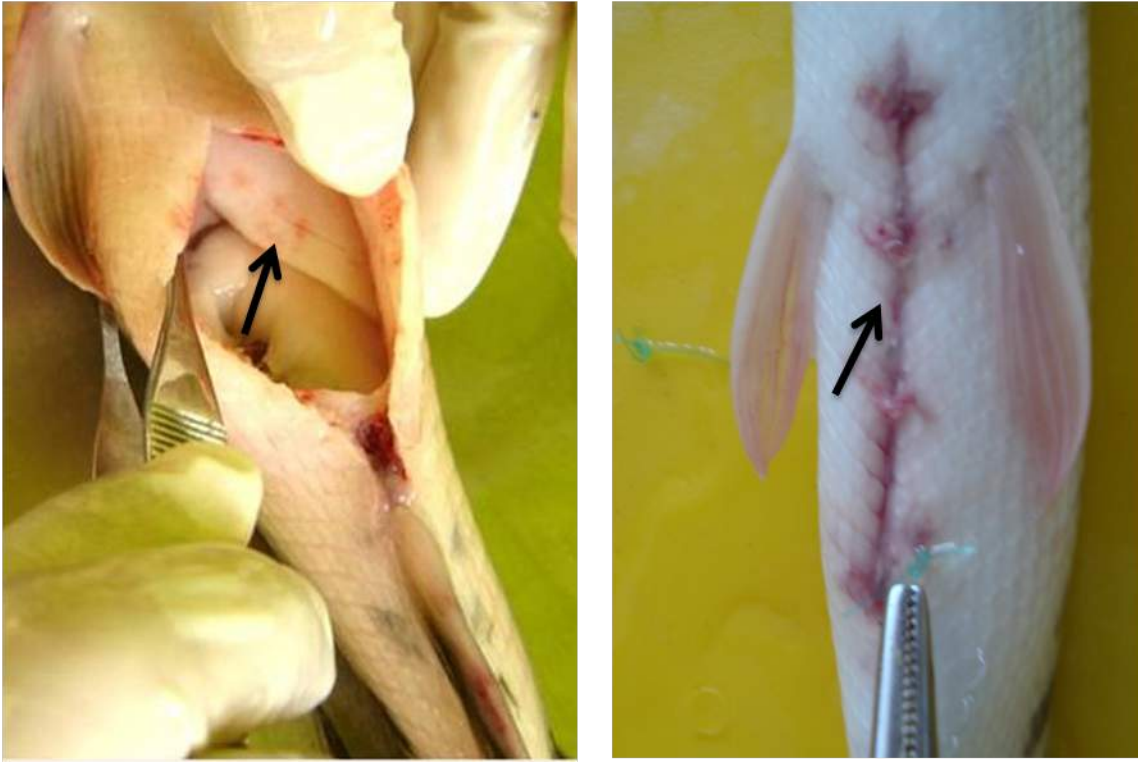


Figura 14. Cirugía en un macho de pejelagarto (*A. tropicus*), testículos maduros a los 12 de meses de edad.

En el segundo año de vida, las hembras maduran y desovan por primera vez (Figura 15), participando del desove anual. Los huevos son de color verde olivo cuando están maduros. El ciclo de vida se cierra al repetirse el desove o chapaleo con la participación de la nueva generación de pejelagartos.

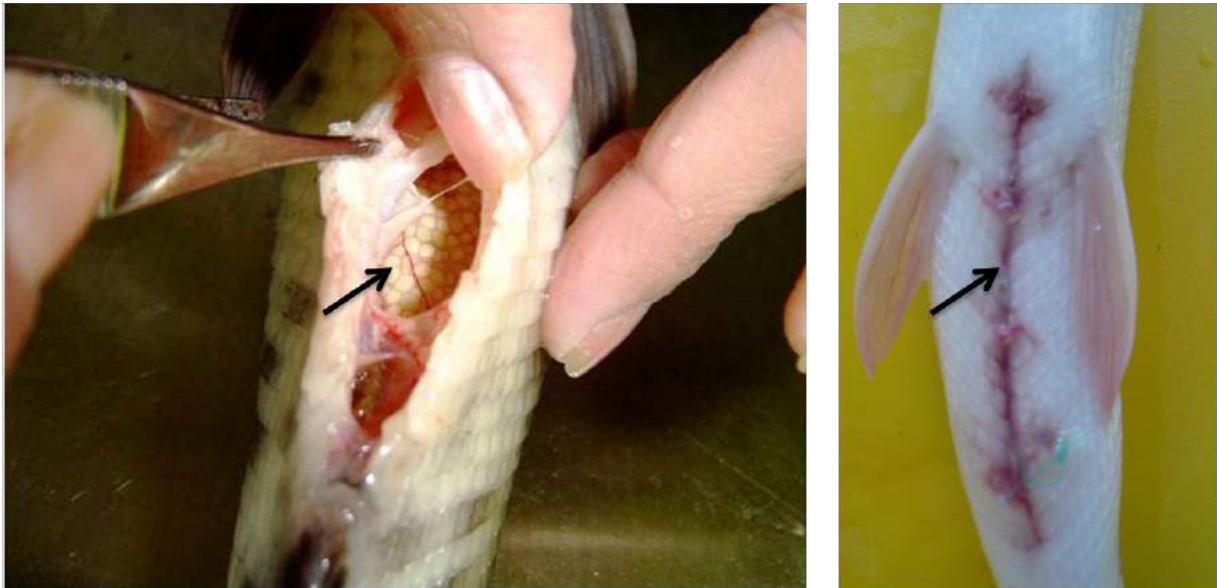


Figura 15. Cirugía a una hembra de pejelagarto (*A. tropicus*), huevos en proceso de maduración final en el segundo año de edad.

En una década, se desarrollaron las investigaciones científicas que fueron fundamentales para el éxito en la reproducción controlada en cautiverio (Mora, 1997; Márquez, 1998; Pérez y Páramo, 1998; Gómez y Márquez, 2000; Hernández, 2002; Martínez, 2007; Cruz, 2008; Márquez et al. 2008a; Méndez, 2008; Hernández, 2009; Márquez, 2009; Aguilar, 2010; Márquez, 2011). También, se realizaron los estudios sobre requerimientos nutricionales, alimentación, densidad, actividad enzimática y estrategias de alimentación en larvas, juveniles y adultos (García y Páramo, 2000; Hernández et al. 2000; Aguilera et al. 2002; Escobar y Márquez 2004; Rivera y Márquez 2004; Márquez et al. 2004; Ramón et al. 2004; Aguilera et al. 2005; Márquez et al. 2005; Escobar, 2006; Iracheta 2006; Márquez et al. 2006; Huerta, 2008; Huerta et al. 2009; Jesús 2008; Frías et al. 2009). En paralelo fueron realizados los cultivos a escala experimental (Ramos et al. 2000; Márquez et al. 2004; López et al. 2005; Márquez et al. 2006; Álvarez et al. 2007a) y recientemente el cultivo fue realizado a nivel piloto comercial con resultados favorables en crecimiento y supervivencia (Márquez et al. 2010; Márquez 2011). Los conocimientos se han divulgado y transferido en los municipios de Tabasco (Márquez, 2000; González 2006, Álvarez et al. 2007 b; Rodríguez, 2008; Márquez et al. 2008a, Hernández et al. 2010a; Hernández et al. 2010b), Campeche (Ecoparque El Fénix) y Chiapas (Gómez, 2009). A nivel internacional en Costa Rica (Márquez et al. 2008b; Protti et al. 2010), Guatemala, Cuba y los Estados Unidos de Norteamérica.

ACUICULTURA
TROPICAL SUSTENTABLE

CAPÍTULO III

ACUICULTURA TROPICAL SUSTENTABLE

La acuicultura tropical sustentable tiene como objetivo principal la producción de alimento para consumo humano empleando una ó varias especies nativas, generando ingresos con productos acuícolas típicos, tradicionales en los usos y costumbres locales. Adicionalmente, impulsa la conservación de las especies y del hábitat realizando acciones de restauración y mejoramiento del ambiente.

La acuicultura sustentable del pejelagarto *Atractosteus tropicus* es una actividad productiva de bajo impacto hacia el ambiente, de alto rendimiento por unidad de área, apoya la conservación de la cultura, etnicidad y arraigo, mejorando el conocimiento empírico que tienen las personas de los recursos naturales.

La pesca y la acuicultura son actividades productivas diferentes, la pesca la realizan de manera fácil en cualquier cuerpo de agua para obtener el alimento del día. En la acuicultura se requiere del dominio de técnicas y conocimientos que harán con el paso del tiempo a expertos en el cultivo. Ambas proporcionan alimentos a las poblaciones urbanas y rurales, son actividades sencillas de realizar y tienen repercusiones ambientales diferentes.

La mayor abundancia de pejelagarto se encuentra en los municipios de Centla, Jonuta y Macuspana, los cuales son parte de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Estos tres municipios aportan el 80% de la captura anual en los últimos 30 años y estas poblaciones se encuentran en un “estado deteriorado”.

Se estima que en los últimos 20 años la pesca fue uno de los factores importantes que contribuyeron en la reducción de las poblaciones silvestres de pejelagarto (Márquez, 2002) y en algunos sitios se han extirpado o reducido sin lograr recuperarse.

Un ejemplo de este proceso de deterioro, es la escasa captura reportada en los municipios de Centro, Nacajuca y Jalpa de Méndez, los cuales, ocupaban el cuarto lugar de producción por pesca en la década de los 80’s, eran proveedores de pejelagartos para el mercado público Pino Suárez en la capital del Estado.

CULTIVO DEL PEJELAGARTO

El pejelagarto es el pez ideal para la acuicultura tropical sustentable, crece rápido, vive bien con escaso oxígeno disuelto en el agua, tolera altas densidades en todas las etapas de su cultivo, es carnívoro pero se adapta bien al consumo de alimento balanceado, puede ser cultivado con otros peces (policultivo) para reducir los costos de producción. Es resistente a enfermedades por la mucosidad de su cuerpo y escamas duras, en cautiverio se reproducen desde el mes de mayo a diciembre ampliando la disponibilidad de alevines, el canibalismo solo se presenta en la cría de larvas y el alevinaje en bajo porcentaje. La carne es blanca y consistente, su valor nutricional para consumo humano es elevado y se comercializan desde 100 hasta 550 toneladas anuales aproximadamente.

Para iniciar el cultivo es necesario comprar los pejelagartos adultos en criaderos establecidos o en alguna Sociedad Cooperativa dedicada a la pesca. Es importante solicitar la información sobre algunos aspectos del ciclo de vida.

Antes de comprar debemos solicitar la edad, la madurez sexual, la temporada en que desovan, el número de desoves en que participaron, la alimentación diaria, el peso y longitud de hembras y machos, incluyendo la factura de compra para demostrar la procedencia legal de los peces.

Los pejelagartos deben pasar por una revisión externa de su cuerpo y presentar las características típicas de la especie, las aletas completas, sin deformidades, sin lesiones y enfermedades (Solicitar el certificado sanitario).

Se recomienda adquirir de tres a cinco machos para cada hembra, el peso de los machos debe ser de 0.550 a 1.5 kg y la longitud total de 40 a 50 cm. Para las hembras se recomienda un peso de 3 a 4 kg y una longitud total de 50 a 60 cm.

Cuarentena

Para prevenir el posible ingreso de parásitos y enfermedades a nuestras instalaciones es recomendable aislar por 40 días (cuarentena) a los pejelagartos, adaptarlos al manejo en cautiverio.

Los pejelagartos se dejan en ayuno los primeros tres a cinco días de la cuarentena, de esta manera tendrán apetito y será fácil suministrar medicamentos en la dieta.

Durante la cuarentena, pueden ser alimentados a saciedad con pescado fresco o en trozos cada tercer día por tres semanas. Se debe retirar el alimento no consumido y diariamente cambiar el 50% del agua del tanque. Los alimentos para peces carnívoros extruidos flotantes de 4.5 a 9.5 mm de diámetro con 42% de proteína y 10% de grasa son buenos alimentos para la nutrición de adultos de pejelagarto.

Para la cuarentena se pueden usar tanques circulares de plástico, de fibra de vidrio, de cemento, de 2 a 4 metros de diámetro y de 80 a 100 cm de profundidad (Figura 16). La ventaja de estos recipientes es que el volumen de agua es bajo, permiten una limpieza e higiene total, son duraderos, resistentes, permiten un buen control en la calidad del agua y de los peces.



Figura 16. Tanques circulares de cemento y fibra de vidrio de 2 metros cúbicos para cuarentena de pejelagarto (*A. tropicus*).

En un tanque de 2 metros de diámetro y 0.80 m de profundidad se pueden mantener de 15 a 30 kg de pejelagarto (2 a 4 hembras de 4 kg y 10 a 20 machos de 0.750 kg) durante la cuarentena.

Alimentar bien a los pejelagartos será parte del éxito, la combinación de alimentos vivos, frescos y artificiales permite cubrir los requerimientos nutricionales de los adultos en condiciones de cautiverio. El uso de alimentos balanceados no afecta la calidad de los progenitores, pero se recomienda que cinco meses antes de la fecha programada para el desove su alimentación se lleve a cabo en base a una dieta mixta con pescado fresco picado o entero y una mínima parte de alimento balanceado.

Es importante que los pejelagartos se acostumbren a la presencia de las personas porque van facilitar las actividades de manejo y mantenimiento; alimentación, limpieza del tanque, la determinación del peso corporal, el tamaño y el sexo.

Los movimientos deben ser suaves durante las tareas de alimentación, limpieza y manejo de los pejelagartos. El estrés ocasionado por un trato brusco o violento puede ser la causa del fracaso de la reproducción en cautiverio.

El proceso de adaptación al cautiverio y domesticación se realiza a lo largo de un año y termina cuando maduran y desovan en cautiverio.

Selección de machos y hembras

¿Qué cualidades deben cumplir hembras y machos para usarlas en el desove? Las hembras en el mes de agosto presentan un abdomen voluminoso y elástico (Figura 17), a diferencia de los machos que son delgados y macizos.



Figura 17. Hembra madura de pejelagarto (*A. tropicus*) de 5 kg de peso adaptada al cautiverio.

Las hembras de 3 a 4 kilogramos de peso son ideales para la reproducción en cautiverio. Se distinguen fácilmente por el volumen del abdomen, su peso aumenta al concluir el desarrollo y madurez de las gónadas o hueva como le llaman los pescadores locales (Figura 18).



Figura 18. Hembra de pejelagarto (*A. tropicus*) con evidente expansión del abdomen por la madurez de las gónadas en la temporada de reproducción natural (agosto).

Las hembras son anestesiadas para reducir el estrés y evitar caídas accidentales durante la manipulación para conocer el sexo, el peso, la longitud total. Las hembras son clasificadas y separadas en base a su peso, talla, desarrollo del abdomen, exposición y color de la papila genital cuando están anestesiadas (Figura 19).



Figura 19. Hembra de pejelagarto (*A. tropicus*) anestesiada para conocer el peso, la longitud total, el volumen del abdomen y color de la papila genital.

La selección de machos se realiza de manera similar al de las hembras, cada macho debe ser anestesiado, se determina el peso y la longitud total, se aplica un masaje abdominal en el lugar donde se localizan los testículos, se presiona hacia el orificio genital y el semen de color claro y ligeramente espeso sale del orificio(Figura 20). El peso ideal de los machos para la reproducción es de 0.550 a 1.5 kg.



Figura 20. Macho de pejelagarto (*A. tropicus*) de 0.550 kg con semen en los testículos.

Cuando se han clasificado y separado las hembras y machos con cualidades para el desove, se selecciona una hembra grande (5 a 7 kg de peso) y se escogen de 3 a 9 machos grandes (1 a 1.5 kg). Para una hembra pequeña (2 a 3 kg) se escoge de 3 a 9 machos de menor peso (0.550 a 0.750 kg). Se colocan en estanques separados hasta el momento de realizar el desove o chapaleo.

Para el año siguiente, se puede seleccionar de cada lote los mejores machos e intercambiar con las mejores hembras para mejorar la calidad de los desoves y de las larvas.

Si cumplimos las normas de manejo, alimentación y selección, las hembras tendrán desoves completos, los machos van a realizar el cortejo, van a estimular a la hembra durante el desove, la mayoría de los huevos serán fertilizados y se cosecharán larvas sanas y activas en la cantidad estimada para el peso de la hembra. La vida útil en cautiverio de hembras y machos produciendo miles de juveniles es de 10 años.

Preparación de estanque, nidos y calidad del agua

Para la producción de juveniles a escala piloto comercial, son ideales los estanques rectangulares de 40 metros cuadrados (40m^2) y circulares de 6 m de diámetro (6m^2), en ellos se pueden realizar la reproducción de varias hembras de peso y longitud similar. Por ejemplo; se pueden desovar 5 hembras de 3 Kg y 15 machos de 0.750 Kg si la producción deseada es de 120,000 a 150,000 larvas de pejelagarto (Figura 21).



Figura 21. Estanques para la producción de juveniles de pejelagarto (*A. tropicus*) a escala piloto comercial en la Sociedad de Producción Rural Otot-Ibam en Comalcalco, Tabasco.

También se pueden emplear tanques circulares de plástico o fibra de vidrio de 2 a 4 metros de diámetro y 80 cm de profundidad (Figura 22).



Figura 22. Tanques de plástico de 2 m de diámetro y 80 cm de profundidad, con filtración del agua impulsada por aire en la Universidad Nacional, Campus Heredia, Costa Rica.

La decisión sobre usar nidos con materiales vegetales queda a criterio del acuicultor, por ejemplo; para el catán (*Atractosteus spatula*) utilizan ramas de casuarina en la Estación Acuícola de Tancol en Tamaulipas.

Para el manjuarí (*Atractosteus tristoechus*) usan ramas de palmas en la Estación Acuícola de Los Patos en la Estación Acuícola de Zapata en Cuba.

En Tabasco, se han encontrado desoves naturales en el pasto estrella, camalotes, raíces de lirio acuático, raíces de lechuga de agua y en pequeñas plantas flotantes como la pancilla.

Desove espontáneo simulando el sitio donde chapalea

Consiste en lograr la reproducción simulando las condiciones de un sitio de desove y se lleva a cabo en el mes de agosto, cuando los pejelagartos silvestres se encuentran maduros esperando el momento de chapalear en los ríos, lagunas y áreas de inundación temporal en Tabasco.

Los pejelagartos se mantienen en un solo estanque con 1 m de profundidad todo el tiempo, están a la intemperie y perciben las variaciones diarias de luz y temperatura. El 20% del agua del estanque se cambia diariamente y la alimentación es a base de pescado entero, en trozos o peces vivos a saciedad, se debe mantener esta alimentación en los 5 meses previos al mes de agosto.

Un estanque rectangular de 4x8x1 m de ancho, largo y profundidad son ideales para este tipo de desove. Los nidos pueden ser elaborados con manojos de pasto anclados al fondo, se simula un área de inundación con esta vegetación. La profundidad del agua debe ser de 60 a 80 cm

En un estanque de este tamaño se pueden colocar 3 hembras de 3 a 4 kg con 9 machos de 0.750 kg de peso. Se siembran por la mañana y posiblemente después de 24 a 72 horas se presente el desove espontáneo con una producción estimada de 25,000 a 90,000 huevos, dependiendo de cuantas hembras desovan. Es probable que las hembras desoven en diferentes momentos y esto ocasione que las larvas tengan diferencias en días de edad, peso y longitud (Figura 23).



Figura 23. Uso de pasto para el desove del pejelagarto (*A. tropicus*) en cautiverio.

Un día después del desove se capturan los pejelagartos empleando una red de cuchara de mango largo y se confinan en un estanque hasta el próximo año.

La incubación y desarrollo embrionario se realiza en estanque donde ocurrió el desove (Figura 24) y va requerir de un equipo de aireación para proporcionar oxígeno al agua.



Figura 24. Incubación y desarrollo de embriones de pejelagartos (*A. tropicus*) fijados al pasto.

El estanque debe estar cubierto de una malla contra depredadores; aves, murciélagos, libélulas, arañas pescadoras, cucarachas de agua, son algunos ejemplos de carnívoros que consumen larvas y juveniles de pejelagarto.

Esta técnica es de bajo costo, pero no tiene certeza debido a que depende del trabajo realizado en la alimentación y cuidados de los adultos en los meses previos al chapaleo, de la estimulación y trabajo en el cortejo de los machos para lograr el desove.

Desove suministrando la hormona LHRH-a

Esta técnica requiere de varias actividades; preparar el estanque, elaborar manojos de hilo de plástico, preparar la hormona, seleccionar las hembras y determinar su peso, preparar un anestésico para peces y seleccionar los machos.

El estanque debe estar limpio y seco antes de colocar los nidos artificiales, es importante que el agua sea clara y que cubra las puntas de los hilos para evitar que algunos huevos se pierdan. Los huevos que no son fertilizados se llenan de hongos y sirven de sustrato a bacterias que causan problemas con la calidad del agua.

Para simular la vegetación, se elaboran manojos de hilo de plástico, se amarran en grupos a un tubo y se fijan al fondo del estanque dejando espacios entre cada hilera de tubos (Figura 25).



Figura 25. Nidos artificiales para el desove del pejelagarto (*A. tropicus*).

El color del hilo de plástico no influye en la reproducción del pejelagarto, en cautiverio se han utilizado de color verde, blanco, negro y anaranjado (Figura 26).



Figura 26. Desove de pejelagarto (*A. tropicus*) en hilos de color blanco, verde y negro.

Los pejelagartos pueden ser anestesiados con productos de uso veterinario (Prilocaína al 2%), humano (Lidocaína, Procaína, aceite de clavo) ó específicos para peces (Metasulfonato de tricaína ó MS222, Benzocaína, Quinaldina). El procedimiento es fácil y permite anestesiarse los pejelagartos para conocer el peso, la longitud total, ó para colocar una marca, para revisar la papila genital y para aplicarle la inyección con la hormona LHRH-a disminuyendo el estrés (Figura 27).

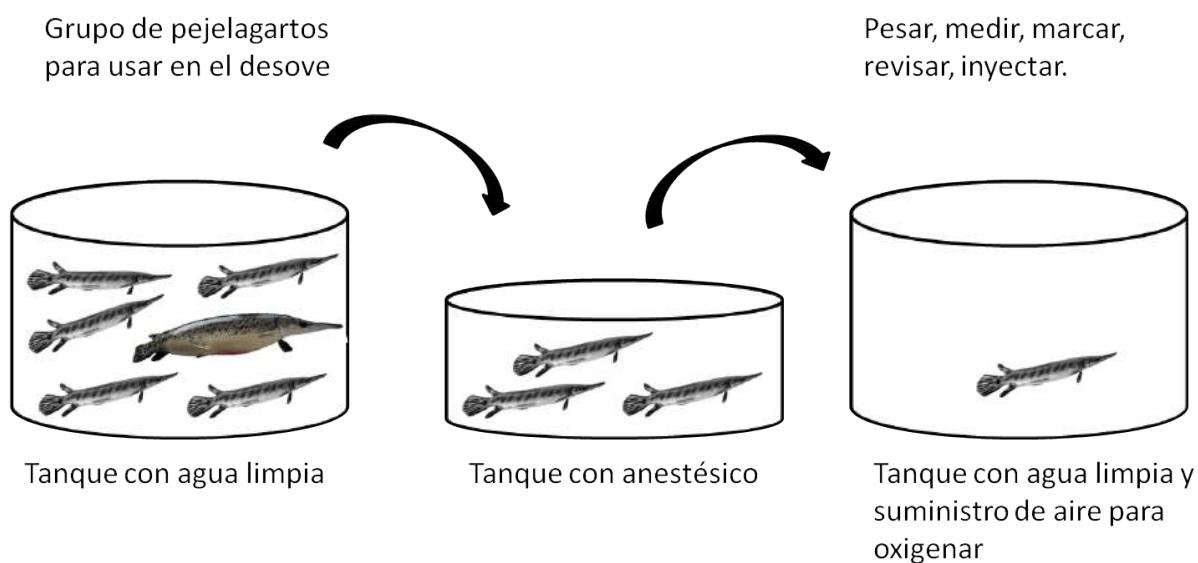


Figura 27. Procedimiento para anestesiarse y aplicar la hormona en el pejelagarto (*A. tropicus*).

Los pejelagartos pasan por tres etapas o fases de la anestesia; I Se agitan y pierden el equilibrio, II Se quedan quietos, solo con ventilación de opérculos, III Se expande la cavidad bucal, exponen el vientre y no hay ventilación de opérculos (Figura 28).

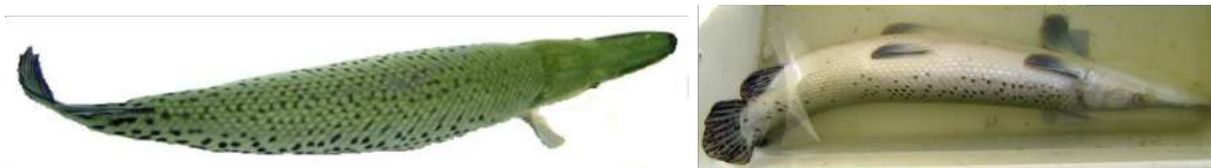


Figura 28a. Fase I de la anestesia en el pejelagarto (*A. tropicus*).



Figura 28b. Fase III de la anestesia en el pejelagarto (*A. tropicus*).

Cuando los pejelagartos están en fase III podemos pesarlos usando una balanza, medirlos empleando una regla (Figura 29), colocarles una marca externa de plástico o chips para su identificación, revisarlos, inyectarlos ó realizar una cirugía. Usar anestesia disminuye el estrés antes del desove.



Figura 29. Determinación de la longitud total y el peso en el pejelagarto (*A. tropicus*).

Los pejelagartos en anestesia fase III tienen relajados los músculos y esfínteres, es fácil revisar la papila genital y extraer muestras de huevos de las gónadas si ha iniciado el desove, solo se requiere de un masaje abdominal y un poco de presión hacia el poro genital (Figura 30).

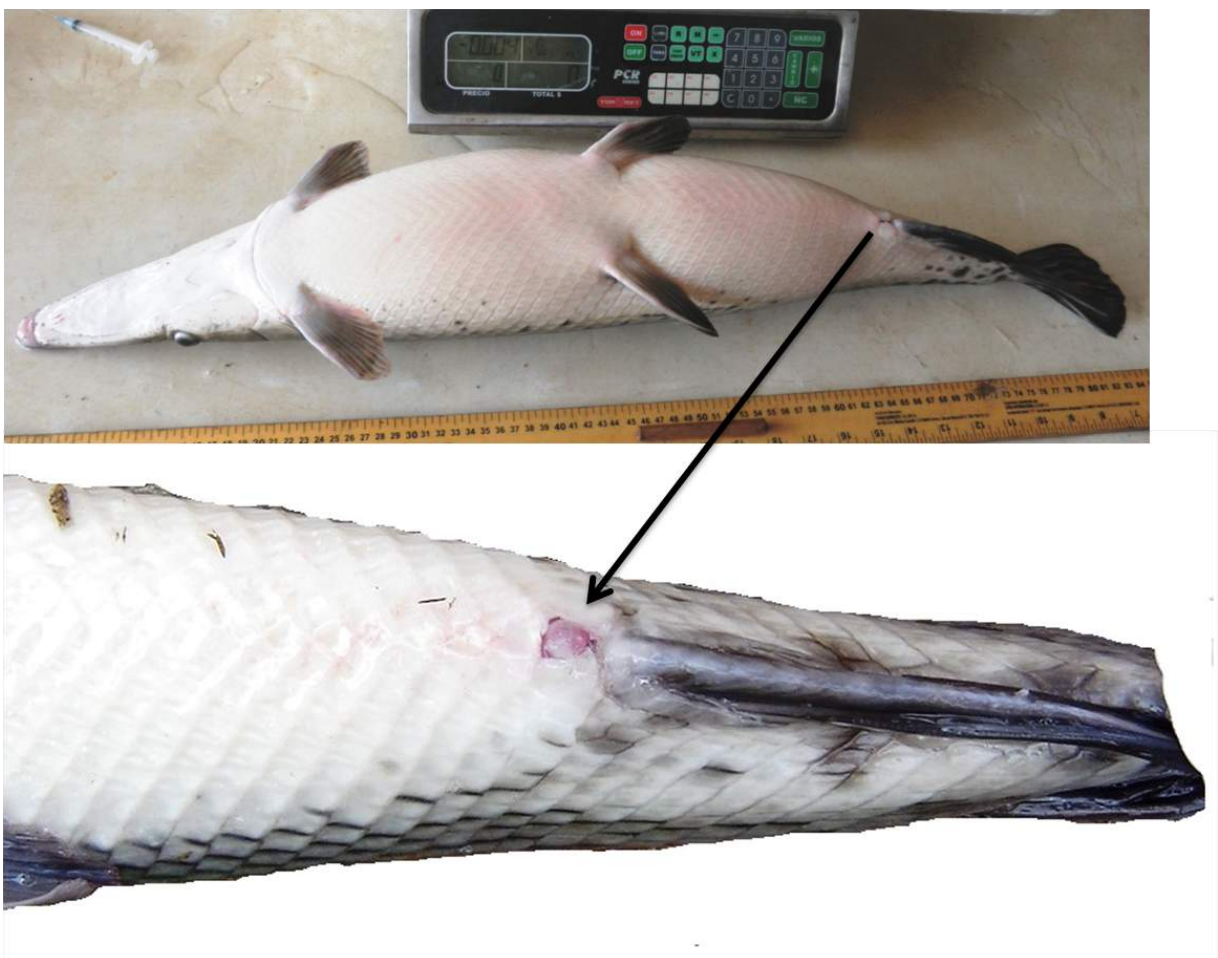


Figura 30. Hembra madura con la papila de color rojo y expuesta, previa al desove del pejelagarto (*A. tropicus*).

Al terminar se trasladan al tanque de recuperación y de ser necesario se detienen cerca de la superficie hasta que naden para escapar (Figura 30). Este proceso dura unos minutos y permite conocer a cada uno de los pejelagartos usados en el desove.



Figura 31. Recuperación después de la anestesia en fase III en el pejelagarto (*A. tropicus*).

El aceite de clavo es un buen anestésico para peces, barato y de fácil adquisición. Para preparar la solución de anestesia primero debemos disolver 1 ml del aceite de clavo en 10 ml de alcohol etílico, después se agregan 10 litros de agua limpia y clara. En 1 ó 2 minutos se presenta la fase III de la anestesia y el tiempo de recuperación es similar si usamos agua limpia y con aireación u oxígeno.

El peso de la hembra se utiliza para calcular la dosis de la hormona y se aplica en una sola dosis a razón de 0.35 a 0.45 μg por kilogramo de peso de la hembra (Hernández, 2002), un ejemplar de 3 Kg va necesitar 1.05 ml de la solución que contiene la hormona LHRH-a. El tiempo de respuesta para que inicie el desove es de 12 a 18 horas y su duración es de 4 a 8 horas. Hembras de 6 a 8 Kg emplearán más tiempo en desovar que hembras de 2 a 3 Kg.

La inyección se prepara en el momento, a un frasco de hormona con 1 μg de la hormona LHRH-a se le agregan 10 ml de solución inyectable, se agita para hacer la dilución. Para la aplicación se utiliza una jeringa estéril de 1 a 3 ml.

La inyección se aplica en la base de una de las aletas pélvicas, ingresando la aguja a la cavidad abdominal cerca de donde se encuentran los ovarios o hueva de la hembra de pejelagarto. También, se puede aplicar la inyección a un lado del lomo, en la masa muscular (Figura 32).



Figura 32. Aplicación de la hormona LHRH-a en la base de aleta pélvica en el pejelagarto (*A. tropicus*) y aplicación en el lomo en el pejelagarto cubano o manjuarí (*Atractosteus tristoechus*).

Al día siguiente del desove se capturan los pejelagartos y la hembra se revisa de nuevo para saber si el desove fue completo. Las hembras con desove completo se reconocen porque su abdomen se observa flácido y vacío, pierden entre 300 y 1500 gramos de peso, en los nidos los huevos fertilizados son de color claro y muy abundantes.

En el caso de los machos, los que tuvieron participación en el desove presentan un abdomen vacío y pierden entre 40 y 100 gramos de peso.

Los machos están maduros antes de la temporada de reproducción y no requieren de estímulos hormonales. Pero, si desea comprobar su disponibilidad para el desove puede anestésarlos y mediante un masaje en el vientre y presión hacia el poro genital puede obtener una muestra de semen para su análisis bajo un microscopio (Figura 33).



Figura 33. Extracción de una muestra de semen a un macho de pejelagarto (*A. tropicus*).

Incubación de los huevos

La incubación es una etapa de corta duración, en los siguientes 2 a 3 días se lleva a cabo el desarrollo de los embriones, los cuales se nutren del saco de vitelo. La incubación se puede realizar en el tanque donde ocurrió el desove. La temperatura ideal en la incubación es de 28 a 30° centígrados. Después de 36 a 48 horas eclosionarán las primeras larvas.

Esta etapa es susceptible al ataque de hongos o de depredadores, los huevos son tóxicos para las aves pero no para otros peces e insectos. El desove se protege con una malla fina de las puestas de caballitos del diablo, sus larvas son voraces y pueden ocasionar pérdidas importantes en los tanques de incubación y cría de larvas. Las cucarachas de agua, y arañas pescadoras son otros depredadores naturales de larvas y pequeños juveniles de pejelagarto.

Crianza de larvas o larvicultura

En esta etapa las larvas de pejelagarto crecen rápidamente en peso: 0.032 gramos y longitud: 17 a 19 mm, usan los nutrientes que aún quedan del saco de vitelo y necesitan consumir alimentos vivos o inertes para continuar su desarrollo y crecimiento.

Para la alimentación en cautiverio se pueden suministrar nauplios de *Artemia*, pulgas de agua, biomasa de *Artemia* congelada y alimento balanceado, suministrar estos alimentos de manera combinada desde los primeros días favorece la adaptación al consumo de alimentos inertes y una alta supervivencia (84%) en los primeros 30 días (Figura 34).

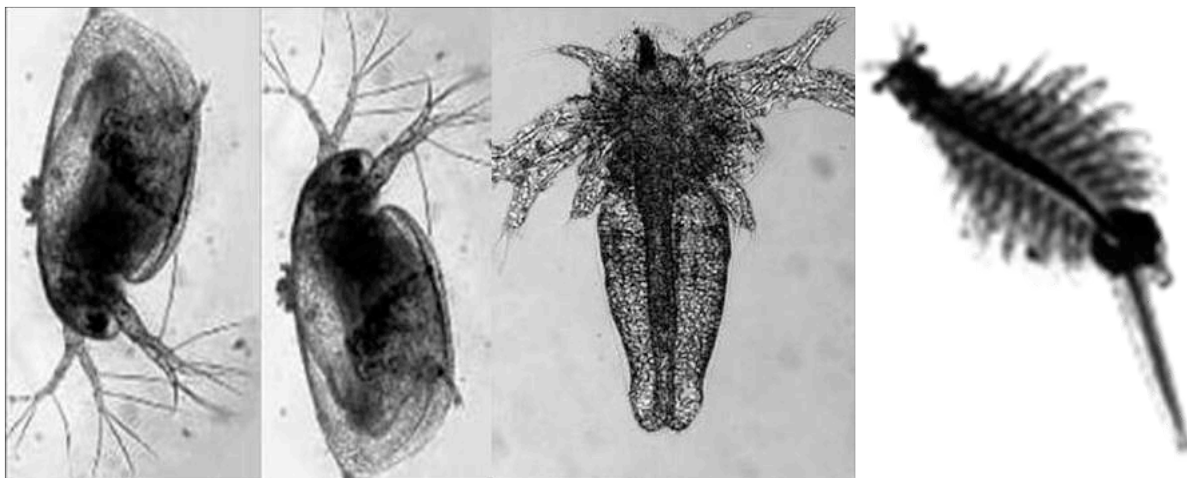


Figura 34. Pulgas de agua, nauplio y adulto de *Artemia* usados en la alimentación de larvas del pejelagarto (*A. tropicus*).

Las pulgas de agua y la *Artemia* se pueden producir de manera masiva en los meses previos al desove, se cosechan y almacenan en congelación hasta que sean utilizados en la crianza de larvas como el alimento principal o combinando con alimento balanceado.

Los alimentos se suministran 4 veces al día, las porciones deben cubrir un horario de 8 de la mañana a 8 de la noche. Los tanques usados en la crianza de las larvas se limpian de 2 a 4 veces al día, se retiran los restos de alimento y heces fecales para evitar enfermedades por bacterias y hongos.

Las larvas de pejelagarto con nado errático y giros, muy pequeñas, con vientre inflado, sin ojos o con uno solo, muy oscuras o de color negro, se distinguen fácilmente de las que están sanas (Figura 35). La mayoría de estas larvas con anormalidades mueren por no poder alimentarse ó se convierten en una presa ocasional que puede propiciar el canibalismo desde los primeros 10 días del cultivo. Es importante retirarlas de los tanques en los primeros 7 días de la cría de larvas.

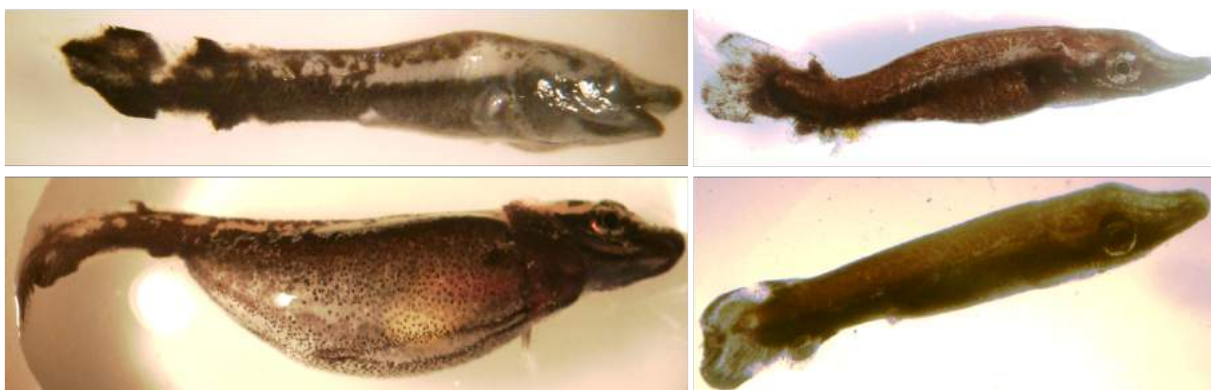


Figura 35. Larvas de pejelagarto (*A. tropicus*) con diferentes anomalías; ciega, con deformidad de columna, con gases en la vejiga natatoria, con aleta caudal corta.

En los días siguientes se alarga el hocico y aparecen los dientes caninos que apoyan la captura de los alimentos (Figura 36).



Figura 36. Desarrollo del hocico en el pejelagarto (*A. tropicus*).

Es importante cumplir con la rutina de alimentación, las larvas se adaptan a los horarios y por la mañana pueden estar con hambre porque pasaron 12 horas desde la última ración de alimento suministrado. Esta etapa dura 15 días y al finalizar las larvas estarán consumiendo alimentos artificiales.

La cosecha de larvas se realiza cuando inician el nado en el estanque (Figura 37). Se colectan con cucharas de malla rígida y cerrada para no causarles daño. Se cosechan todas las larvas y se siembran en tanques de 70 a 2000 litros de agua (Figura 38).



Figura 37. Captura de larvas de pejelagarto (*A. tropicus*) en el momento que observan nadando alrededor del estanque.



Figura 38. Tanques de 70 y 2000 litros usados en la crianza de larvas del pejelagarto (*A. tropicus*), en ambos casos con recirculación del agua.

Se recomienda sembrar 10 larvas/litro y crecerlas en los primeros 15 días combinando alimentos vivos e inertes. El cultivo de las larvas se realiza a altas densidades porque así lo permite esta especie, a diferencia de otros peces carnívoros, donde la densidad de siembra recomendada es de un pez por cada litro de agua. Para mantener una buena calidad del agua podemos usar un sistema de tanques con filtración biológica y recirculación del agua.

Cuando las larvas provienen de hembras grandes (6 kilogramos o más) podemos iniciar su alimentación con biomasa de *Artemia* congelada (Figura 39) suministrando de 3 o 4 raciones a lo largo del día.



Figura 39. Suministro de biomasa de *Artemia* congelada como alimento del pejelagarto (*A. tropicus*) a los 20 días de edad.

Posteriormente, se combina la biomasa de *Artemia* con alimento balanceado por 15 días (Figura 40).



Figura 40. Momento de la ingesta de alimento balanceado por pequeños juveniles de pejelagartos (*A. tropicus*) de 25 días de edad.

A los 30 días concluye la crianza de larvas a juvenil temprano, los pequeños pejelagartos que miden 6 cm de longitud total alcanzan un peso de 0.6 a 0.7 gramos. Pero los que crecieron hasta 12 cm de longitud total presentan un peso 6 a 8 gramos. En ambos casos, están adaptados al consumo de alimento balanceado y ahora es necesario clasificarlos por talla (longitud total) para que la siguiente etapa sea realizada con grupos homogéneos (Figura 41).



Figura 41. Clasificación de juveniles tempranos de pejelagarto (*A. tropicus*).

En la crianza de las larvas de pejelagarto podemos utilizar el alimento para trucha alevín I y alevín II que contienen 52% de proteína y 16% de grasa, el tamaño de partícula de estos alimentos es el adecuado para iniciar la adaptación al consumo de alimento balanceado en las larvas, debemos recordar que son carnívoras desde su primera alimentación.

Alevinaje

El alevinaje tiene una duración de 3 meses, al primer periodo lo llamaremos alevinaje I y tiene una duración de 30 a 40 días, el segundo periodo lo llamaremos alevinaje II y su duración es de 50 a 60 días. Durante el alevinaje los juveniles crecen en longitud entre 1.3 a 2.2 mm cada día y tienen una ganancia en peso de 0.88 a 1.3 gramos diaria.

El alevinaje se realiza a una densidad alta, en el alevinaje I se pueden sembrar hasta 150 alevines por metro cuadrado y se mantienen así durante 30 a 40 días, al concluir este periodo tienen un peso de 10 a 24 gramos y una longitud total de 14 a 18 cm (Figura 42).



Figura 42. Al concluir el alevinaje I los juveniles de pejelagarto (*A. tropicus*) pesan de 10 a 24 gramos.

Los alevines aún presentan el primer radio de la aleta caudal de manera prolongada, sobresaliente, con movimientos constantes y está separado de la aleta caudal, es el último eslabón con la etapa larval.

El alevinaje II consiste en continuar el crecimiento de los juveniles de 10 a 20 gramos hasta alcanzar los 100 gramos de peso corporal (Figura 43). Lo cual, se logra en los siguientes 60 días, se necesita reducir la densidad de siembra a 25 pejelagartos por metro cuadrado.



Figura 43. Juvenil de pejelagarto (*A. tropicus*) de 25 cm y 100 gramos de peso.

La estrategia en el alevinaje es disminuir la densidad de siembra, pasar de 150 alevines por metro cuadrado a 25 en la segunda parte de esta etapa del cultivo. De esta manera se ajusta el espacio vital, lo cual favorece el crecimiento de los pejelagartos. El alevinaje es la segunda etapa de mayor crecimiento en peso y longitud del pejelagarto.

La cantidad de alimento que se suministra en el alevinaje es del 7% de la biomasa total, esta ración diaria de alimento se divide en 4 porciones y cada porción se ofrece en horarios establecidos para mantener una rutina laboral y una conducta en la ingesta del alimento por los juveniles de pejelagarto.

Se utiliza alimento para trucha extruido flotante con 45% de proteína y 16% de grasa, el tamaño del alimento es de 1.5 mm en el alevinaje I y se cambia a 2.5 mm durante el alevinaje II.

Engorde

El engorde de pejelagarto consiste en crecer los juveniles de 100 a 120 gramos hasta una talla de 42 cm y un peso de 550 gramos, considerados como la primera talla y peso comercial, con una duración de 5 a 6 meses (Figura 44).



Figura 44. Estanques para el engorde de pejelagarto (*A. tropicus*) con alimento balanceado en Otot - Ibam, SPR de RL de CV, Comalcalco, Tabasco.

El alimento que se utiliza en el engorde es de 32% de proteína y 10% de grasa para trucha extruido flotante, con un tamaño de 3.5 a 4.5 mm. La ración diaria corresponde al 3% de la biomasa total y se divide en 2 a 3 porciones de alimento.

Cuando se realiza el cultivo de pejelagarto en estanques de concreto el factor de conversión de alimento es de 1.9 lo cual quiere decir que para producir un kilogramo de pejelagarto se usaran 1.9 kilogramos de alimento. El factor de conversión de alimento se reduce a 0.9 cuando realizamos el engorde de pejelagarto en policultivo con otros peces nativos (Figura 45).



Figura 45. Engorde del pejelagarto (*A. tropicus*) en estanques de tierra en Otot – Ibam, SPR de RL de CV, Comalcalco, Tabasco.

Mojarras pequeñas, topotas, topenes, sardinas, castarricas, son algunas presas naturales del pejelagarto en su ambiente natural (Figura 46). En estanques de tierra se puede realizar el policultivo de estos peces con el pejelagarto, aprovechando los alimentos vivos y el alimento balanceado para su crecimiento el grupo de peces en cultivo.



Figura 46. Peces nativos que sirven de alimento al pejelagarto (*A. tropicus*) durante la etapa de engorde en Otot – Ibam SPR de RL de CV, Comalcalco, Tabasco.

La cosecha se realiza cuando la mayoría de los pejelagartos han alcanzado la talla y el peso comercial, se deben clasificar para determinar el volumen de producción, el precio, el peso promedio, la talla promedio y el aspecto físico del producto (Figura 47).



Figura 47. Clasificación del pejelagarto (*A. tropicus*) para su venta como pescado fresco.

El pejelagarto puede mantenerse vivo en tanques y estanques a la vista del público, no requiere de equipos de aireación para el agua y el cliente puede adquirir siempre peces frescos para su consumo.

Canibalismo

El canibalismo causa una mortalidad del 2.2% a escala piloto comercial y se presenta cuando se modifican las técnicas y recomendaciones para el cultivo del pejelagarto.

Para disminuir la probabilidad de que sean caníbales o agresivos con sus compañeros, debemos realizar diferentes actividades desde la crianza de larvas. El primer paso es retirar las larvas con cualquier tipo de anomalía, nado errático, color o la talla, el dejar estos pejelagartos pueden ocasionar ataques y que estas agresiones culminen en canibalismo o lesiones severas (Figura 48).



Figura 48. Juveniles de pejelagarto (*A. tropicus*) recuperándose de daños severos en la región caudal ocasionados por agresiones repetidas.

La segunda actividad consiste en establecer rutinas de alimentación usando alimentos de alta calidad nutricional, suministrando la cantidad de alimento en la frecuencia recomendada.

El tercer paso es realizar la clasificación de los peces en base a la longitud total en cada etapa del cultivo.

La regla universal dice que el pez grande se come al chico y el pejelagarto hace evidente la regla al consumir a los de su propia especie si son de menor tamaño (Figura 49).



Figura 49. Canibalismo en el pejelagarto (*A. tropicus*) causado por la diferencia en tamaño.

Algunas causas por las cuales aparece el canibalismo en la etapa de cría de larvas y el alevinaje son las siguientes:

1. Se mezclaron las larvas provenientes de desoves de hembras grandes y chicas.
2. Las larvas no están recibiendo alimento suficiente de manera frecuente y rutinaria, la primera alimentación del día la suministran varias horas después de lo que se estableció como el horario de suministro de alimentos.
3. La persona que alimenta no distribuye adecuadamente el alimento en todo el tanque o estanque, no revisa el consumo de los alimentos ni la calidad del agua.
4. Existen ejemplares grandes, medianos, chicos, anormales y/o desnutridos en el mismo tanque.
5. Los ejemplares desnutridos o con anormalidades presentan un nado errático, lo cual atrae la atención de ejemplares sanos que consideran que se trata de alimento y en consecuencia lo atacan con muchas posibilidades de engullirlo.
6. El tamaño de los alimentos es mayor al diámetro de la boca de las larvas y no pueden tragarlo.
7. Los alimentos no tienen calidad, las larvas no lo consumen y se observa agresión entre unos y otros de manera constante en todos los tanques.

El pejelagarto no nace siendo caníbal, se convierte en un depredador de su especie cuando no dispone de otras presas o alimentos. Cuando los pejelagartos se alimentan de otros pejelagartos crecen más rápido que con cualquier otro tipo de alimentos. En los sitios de desove natural se presenta el canibalismo y es posiblemente una estrategia para crecer rápido y escapar de sus depredadores.

Anormalidades

Por primera vez se realiza la crianza de pejelagartos con anomalías en condiciones de cautiverio. En su ambiente natural, difícilmente se podría lograr ver en pejelagartos silvestres, en lagunas y ríos no tienen la posibilidad de desarrollarse y crecer, siendo eliminados por la selección natural (peces, aves, reptiles, murciélagos, insectos, arañas pescadoras, por mencionar algunos depredadores).

En condiciones de cautiverio el porcentaje de anomalías es bajo, de cada 100, 000 larvas solo el 0.2% presenta algún tipo de anomalía, los progenitores siempre deben ser pejelagartos sanos, completos y que presenten la descripción típica de la especie.

Las anomalías hasta ahora observadas son las siguientes:

- Ciegos o parcialmente ciegos, falta uno o ambos ojos, nado errático, giros, pigmento negro en exceso en todo el cuerpo (hipermelanismo). No pueden mimetizar su ambiente (Figura 50).
- Hocico de tijera, las mandíbulas se cruzan (Figura 51).
- Hocico hacia derecha (Figura 54).
- Hocico hacia la izquierda (Figura 54).
- Mandíbula superior corta, de cuchara (Figura 54).
- Mandíbulas hacia abajo (Figura 51).
- Hocico corto en forma de triángulo (Figura 54).
- Sin alguna de las aletas o deformes e incompletas (Figura 52).
- Pedúnculo caudal deforme (52).
- Con dos cabezas (Figura 53).
- Lordosis o columna desviada (Figura 55).
- Albinismo (Figura 50).
- Combinación de las anomalías.
- Vejiga de los gases inflada cuando son larvas.

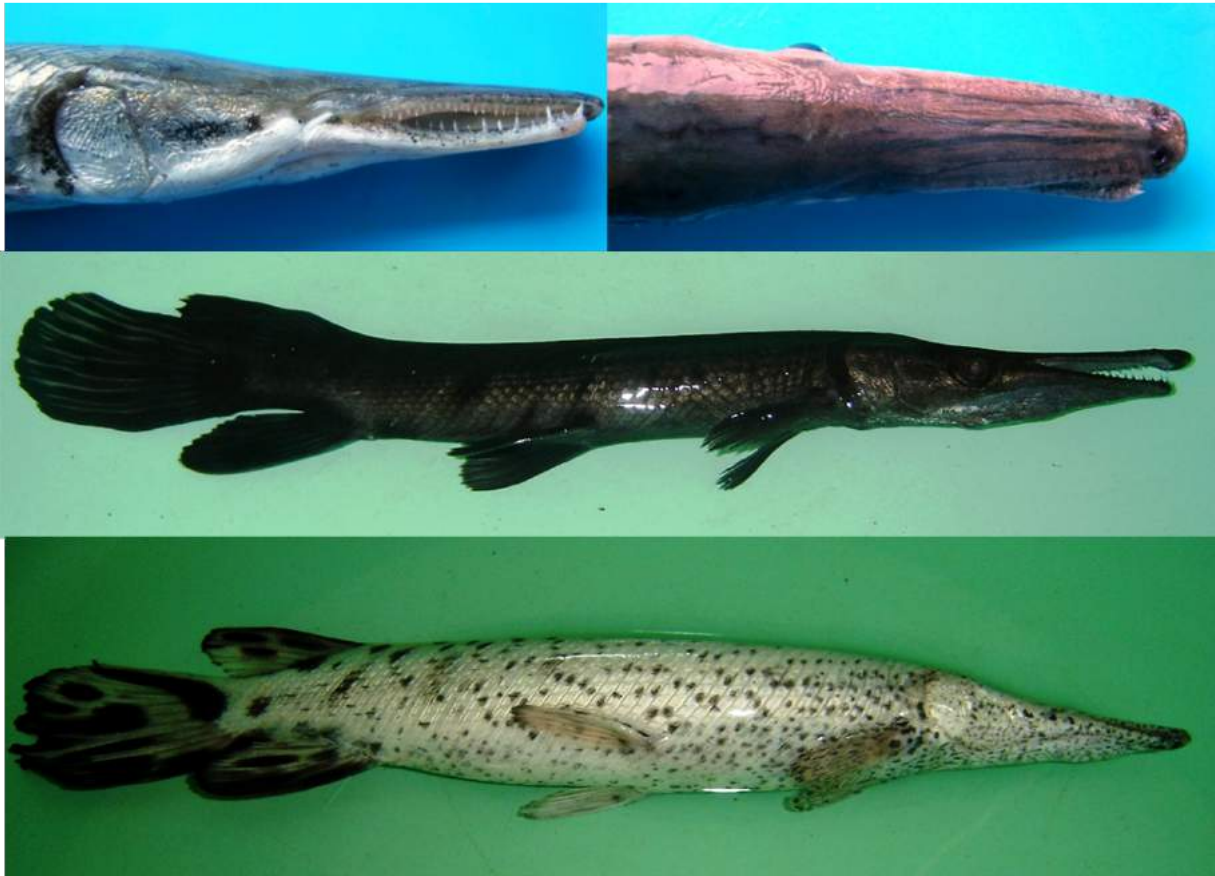


Figura 50. Juveniles de pejelagarto (*A. tropicus*) sin uno de los ojos, caso extremo de pigmento negro asociado a ceguera y caso extremo sin un ojo y albino de origen genético.



Figura 51. Juveniles del pejelagarto (*A. tropicus*) con hocico de tijera, hocico hacia abajo, sin mandíbula superior, sano sin anomalías.



Figura 52. Aleta dorsal, anal, caudal y pedúnculo con anomalías en el pejelagarto (*A. tropicus*).



Figura 53. Larva de pejelagarto (*A. tropicus*) con dos cabezas.



Figura 54. Cabezas de pejelagarto (*A. tropicus*) con hocico hacia la derecha, hacia la izquierda, en triangulo y de cuchara.



Figura 55. Alevines de pejelagarto (*A. tropicus*) con columna desviada o lordosis.

Algunos pejelagartos con estas anomalías logran llegar al estado adulto en condiciones de cautiverio.

Enfermedades y tratamientos

Los pejelagartos silvestres pueden transportar en la superficie de su cuerpo el piojo de los peces (*Argulus mehani*), este parásito tiene la capacidad de desplazarse a la cavidad bucal, las branquias, hendiduras entre aletas y pliegues. Existen otros parásitos que debemos eliminar o reducir su número, como es el caso de nemátodos (Chávez et al. 1989) céstodos (Reséndez y Salvadores, 1983) y pequeños copépodos y tremátodos.

En el área de cuarentena debemos asegurar la limpieza y calidad del agua. Los colores claros; azul, verde, gris permiten supervisar los avances del servicio de cuarentena. No se ha demostrado científicamente que el color influya en el estrés de esta especie.

El agua se cambia de acuerdo a la biomasa viva por metro cúbico de agua, 3 hembras y 9 machos (15 kilogramos de biomasa viva) pueden recibir la cuarentena en un recipiente de 1,500 litros de agua, con un recambio diario del agua del 50% o un cambio total cada tercer día. Lo importante es evitar que se generen condiciones para el crecimiento de microalgas, las cuales sirven de alimento a las larvas de los parásitos. La higiene diaria facilitará la eliminación de organismos no deseados en nuestras instalaciones y el gasto en medicamentos.

Los recipientes de cuarentena conviene que sean de materiales que se puedan pintar, encalar, cepillar, exponer al sol y a soluciones de cloro. Es recomendable que los interiores sean completamente lisos para facilitar la limpieza y para evitar las incrustaciones de material orgánico, de algas o parásitos.

En tanques con agua limpia y clara se logra romper el ciclo de vida de la mayoría de los parásitos del pejelagarto.

Los céstodos (tenias) se delatan solas porque en el tanque de cuarentena aparecen pequeñas cintas blancas de unos cuantos centímetros de longitud. Para eliminarlas se debe encapsular el medicamento en el alimento, un pez puede ser un buen vehículo, podemos introducirle en el estómago o en el músculo el medicamento y luego ofrecerlo como alimento. También podemos esperar a que se lleve a cabo el acondicionamiento a alimentos inertes y es en este momento que se realiza la terapia para eliminar los parásitos.

En esta etapa se suministran alimentos vivos (peces pequeños y medianos) y paulatinamente se van acondicionando al consumo mixto de alimentos: una ración de peces vivos y una ración de pescado fresco entero o picado (alimento inerte). Se les ofrece a saciedad de manera rutinaria todos los días. Es posible que no quieran comer en los días posteriores a la captura, pero se debe tener paciencia y ser constante para facilitar la aclimatación, el hambre hará el resto del trabajo.

Baitryl y 3 Sulfas son medicamentos de amplio espectro de uso veterinario que se utilizan para combatir bacterias gram positivas, gram negativas y hongos. Se usa 1 ml del medicamento para 1 m³ de agua durante 3 días. Diariamente se cambia el 100% del agua. Se recomienda usar un solo producto y si persisten los problemas cambiar y repetir la dosis hasta completar 6 días de tratamiento.

Cloro como desinfectante: Se usa en la desinfección de los materiales de rutina, charolas, redes, mangueras, a una dosis baja. Es común utilizar 1 ml de cloro para cada 10 litros de agua, los utensilios se enjuagan con agua limpia, se dejan secar y se guardan para su posterior uso.

En el tapete sanitario se utiliza la misma concentración y diariamente se hace la renovación.

Cal para el tratamiento de estanques de cemento: Se limpian para desprender las algas y materia orgánica incrustada, se dejan al sol por 24 horas. Se usa una solución saturada de cal en 20 litros de agua y se utiliza para cubrir las paredes y el piso de los estanques de cemento, se deja asolear 24 horas para que desinfecte y al día siguiente se lava el exceso de cal. El estanque se llena de agua y está listo para recibir los pejelagartos.

ESTRATEGIAS PARA
LA CONSERVACIÓN
DEL PEJELAGARTO EN
TABASCO

CAPÍTULO IV

ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL PEJELAGARTO EN TABASCO

Las aguas continentales ocupan una superficie de 73, 027.3 hectáreas (ha.), de los cuales 484 son lagunas permanentes (Rodríguez, 2002). Las poblaciones silvestres de pejelagarto prefieren ríos, lagunas, humedales o pantanos con abundante vegetación acuática; lirios, pastos, espadaño, popales. Comparten el hábitat con nutrias o perros de agua, mapaches, zarigüeyas, manatí, garzas de diversas especies, patos silvestres, martín pescador, cocodrilos, diversas especies de tortugas dulceacuícolas, peces como las sardinas, topen, sábalo, diversas mojarra nativas, topotas, caracoles, un variado y abundante numero de insectos acuáticos; remeros, cucarachas de agua, patinadores, estadios larvales de insectos voladores como el caballito del diablo, sanguijuelas y entre la maleza se refugian también arañas pescadoras.

En este ambiente los animales grandes se comen a los pequeños y las posibilidades de alcanzar la etapa adulta se reducen debido a que la mayoría de estas formas de vida son vulnerables a la depredación durante el desarrollo embrionario y larvario por cualquiera de las especies animales residentes o visitantes de los humedales.

Es común que en estos sitios exista abundante material vegetal seco o con algún grado de descomposición que al ser inundado favorece la aportación de nutrientes y detritus que desencadenan el crecimiento masivo de poblaciones de pequeños crustáceos (pulgas de agua o piojillos) y de varios grupos de insectos acuáticos y de insectos voladores con etapas larvales acuáticas. La diversidad de la flora y fauna acuática hace posible la riqueza del pantano y el crecimiento de los pejelagartos se sustenta de estas variadas formas de vida, si fuera realidad la conservación a nivel de ecosistemas, los pejelagartos y su hábitat tendrían la garantía de continuar existiendo en la naturaleza.

La conservación de los ecosistemas acuáticos permitiría que las diferentes interacciones entre las especies mantuvieran un equilibrio de largo plazo, garantizando la variabilidad genética de las poblaciones y su adaptación a las alteraciones de su hábitat, con efectos diluidos e imperceptibles por el territorio que ocupan, logrando la recuperación natural y adaptación a los cambios en tiempos relativamente cortos.

Conservación del pejelagarto en ecosistemas de Tabasco

En las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de Tabasco se pueden aplicar estrategias para la conservación de los peces nativos (De Dios, 2003) a nivel de ecosistema, principalmente en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla que tiene la mayor superficie territorial con 302,706 ha. También en las Reservas y Parques Ecológicos municipales existen condiciones para fines de conservación, Laguna de la Ilusiones con 198.4 ha, el Parque Yumká con 2,009.8 ha, la Laguna la Lima con 2 ha y la Laguna del Camarón con 34.9 ha. También, en lagunas urbanas no protegidas como El negro con 14.8 ha, El Espejo con 44.4 ha, Santa Rita con 42.6 ha, La Aduana con 14.2 ha (Rodríguez, 2002).

Como estrategias de conservación del pejelagarto en ANP mencionaremos seis acciones concretas que se traslapan frecuentemente:

1. La restauración de poblaciones silvestres en sitios con poblaciones reducidas o extirpadas debe considerarse como prioridad en la administración de los recursos pesqueros locales y como caso de estudio por los investigadores de donde se genere la información básica sobre la recuperación de la especie o la no adaptación y extinción local. Para realizar esta estrategia se requiere de 3 acciones simultaneas; la primera consiste en disponer de una producción programada de miles de juveniles en las distintas granjas acuícolas, donde debemos conocer el origen de los progenitores y la variabilidad genética, establecer una veda temporal de 3 años y hacer mejoramiento ambiental en sitios para el desove y crianza de pejelagarto. La segunda acción consiste en aplicar las técnicas de desove en los sitios que se quieren restaurar, la selección natural permitirá que solo se recluten a la población silvestre los pejelagartos más aptos. La tercera acción requiere de sensibilizar a los usuarios sobre los beneficios de establecer medidas administrativas a los recursos pesqueros, concientizar que son recursos naturales finitos y que están siendo agotados rápidamente, se requiere de establecer un manual de buenas prácticas de manejo del ecosistema.

2. La sensibilización sobre el valor de la conservación en Tabasco, se necesita que la sociedad desarrolle iniciativas propias a favor de los recursos naturales mediante agrupaciones pequeñas que hagan el trabajo de protección y conservación a nivel de de la comunidad. Para lograrlo se requiere de un programa de televisión, radio o de la prensa que funcione de manera mediática, que brinde información y herramientas didácticas para la sensibilizar y educar de manera fácil y accesible hasta las pequeñas comunidades que solo cuentan con un radio de pilas.
3. La administración de recursos naturales mediante vedas permanentes y temporales; cuotas de captura por día; temporada y año; peso y talla de aprovechamiento; liberación de adultos de más de 6 kg y 90 cm de longitud total y sitios sin pesca. Esta estrategia debe ir acompañada de los estudios poblacionales en las ANP`s. Su aplicación necesita de la concertación entre las Instituciones normativas, Sociedades de pescadores, dependencias de gobierno, investigadores e Instituciones de educación superior.

Establecer la talla máxima tiene como beneficio que las hembras y machos de pejelagarto capturados serán liberados porque los pescadores sabrán que éstos tienen los genes para adaptarse a los cambios ambientales de origen humano. Además, las hembras de mayor tamaño aportan un mayor número de huevos y aumenta la posibilidad de reclutamiento de nuevos juveniles.

4. Mejoramiento ambiental en sitios de desove y reclutamiento de juveniles. Esta estrategia consiste en proteger y conservar los sitios donde anualmente chapalea el pejelagarto, en las comunidades es común saber donde ocurre y le corresponde a la comunidad local establecer las medidas de control para acceder a estos sitios. Lo ideal es evitar la pesca durante la temporada natural de desove, colocar letreros para avisar a los pescadores que es una zona libre de cualquier tipo de captura, protegida por la comunidad.

5. Educación ambiental de la población rural asentada en las ANP's y urbana. Realizar actividades educativas no formales que le permitan a la población humana acceder al conocimiento sobre la biología del pejelagarto, sobre su estado de conservación, sobre lo vulnerable que puede ser ante la sobre explotación pesquera y falta de medidas administrativas. Que las nuevas generaciones rurales y urbanas tengan mejor información para decidir sustentablemente sobre los recursos locales. Es necesario un programa de educación ambiental para los distintos niveles de gobierno para la toma de decisiones y planeación estratégica del desarrollo de Tabasco.
6. Acuicultura tropical sustentable con pejelagarto como alternativa productiva. El policultivo del pejelagarto con otros peces nativos como la mojarra castarrica, popalera, boca de fuego, topen prieto, topotas, sardinas, permite reducir costos de producción por alimentación.

En las comunidades rurales pueden cultivarse en distintos sistemas de producción; jaulas flotantes, jagüeyes, estanques de geomebrana, de cemento o tierra, con buenos rendimientos por unidad de área.

Algunas de estas estrategias fueron realizadas en años recientes; la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco ha liberado 40 mil juveniles de pejelagarto en el río González y la laguna "El Horizonte" en la década de los 90's. La organización civil *Yokochan Ibam* en el 2008 y 2009 realizaron la repoblación con 10 mil adultos de pejelagarto en el río Carrizal y 10 mil juveniles en la Laguna de las Ilusiones respectivamente, en colaboración con la Fundación Wal-Mart de México y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM/PPD/PNUD) . En el 2010 fueron donados para su liberación 10 mil juveniles de pejelagarto a la Dirección de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla por la Sociedad de Producción Rural *Otot-Ibam* y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM/PPD/PNUD).

Conservar a nivel de ecosistema ayudaría a blindar el futuro de las poblaciones silvestres de pejelagarto, se mantendría la variabilidad genética que le ha permitido persistir más de 70 millones de años. Actualizar el estudio poblacional, incluyendo genética de poblaciones permitiría elaborar estrategias de conservación con mejores fundamentos biológicos. La acuicultura sustentable del pejelagarto brinda la oportunidad de producir alimentos con buenas prácticas acuícolas que cubran las normas oficiales de sanidad e inocuidad alimentaria y la posibilidad de disminuir la presión que mantiene la pesca sobre las poblaciones silvestres y de conservar esta especie en los ecosistemas naturales de Tabasco para las futuras generaciones.

La pesca del pejelagarto en antaño

El pejelagarto es la identidad cultural y regional del Estado de Tabasco; es el pez más característico de la región y también muy buscado por los pescadores. Hace algunos años los pescadores tenían diversas formas de pescar al pejelagarto alguna de ellas son:

1. **Pesca con canasto de bejuco**, consistía en pescar con la ayuda de un canasto en los charcos de agua que quedaban cuando las aguas de las inundaciones bajaban, los pescadores dicen que fue una de las primeras formas de pesca en el Estado. Al principio este era la única herramienta que existía para la pesca elaborada con material natural que había en la región.
2. **El macheteo**, consiste en utilizar el machete para cortar el pejelagarto en el lugar donde chapalean por lo regular lo realizan en la parte más baja de las lagunas y en las orillas de los ríos acción que aprovechan los pescadores para matarlo y después recoger sus restos.
3. **El zapeo**, consiste en pescar con carnada de rata fresca debajo de un árbol durante la inundación.

El primer paso que se sigue para realizar este tipo de pesca es conseguir un cayuco, remo y fisga estar listo para la pesca.

El segundo paso es conseguir la carnada se trata de una rata que fácilmente se encuentra en su nido colgado en las matas de zarza durante la inundación es presa fácil para matarla con el lomo del machete al golpearlo, cae muerto sobre el agua luego se le abre la piel, para que el olor del almizcle trascienda en el agua que es efectiva para atraer al pejelagarto; por último se amarra en el tronco de un árbol para iniciar la pesca.

El tercer paso, uno de los dos pescadores que se encuentra en el cayuco se sube en un árbol con la fisga acomodándose para no hacer ningún movimiento brusco, esto permitirá que el pejelagarto no sospeche la presencia de alguna persona. Aquí se estará durante el tiempo necesario a la aparición del pejelagarto que una vez esté a su alcance le hará caer la fisga quedando clavado en ella luego suspenderla hacia arriba para ensartarlo con un hilo y seguir esperando la llegada de más pejelagartos. Una vez atrapado suficiente pejelagarto en un tiempo considerado se concluye la pesca acercándose la otra persona que se encontraba a prudente distancia en el cayuco para subir a la persona y los pejelagartos.

4. **Pesca a la linterna**, en las noches los pescadores iban en cayuco silenciosamente para no asustar a los pejelagartos, alumbrando en las orillas de los ríos con candiles hechos de petróleo en una lata con una mecha de tela posteriormente usaban la linterna de carburo, un pescador con mayor habilidad para la puntería tenía que estar preparado con la fisga de manera que pueda atrapar al pejelagarto, siempre escogían pejelagartos grandes ya que abundaban demasiado nunca pescaban pejelagartos chicos.

La leyenda del pejelagarto

Cuentan los campesinos chontales de Nacajuca que desde hace mucho tiempo su principal actividad era la siembra del maíz y la yuca.

A pesar de ser una zona baja e inundable, ellos calculaban su siembra, en el mes de marzo se iniciaba la siembra del maíz y aprovechaban los espacios entre las filas del maíz para sembrar yuca.

La yuca tiene un periodo de cosecha a partir de seis meses en adelante, calculando cosechar antes de la llegada de las inundaciones.

Siempre habían cultivado de ésta manera, era la costumbre chontal, cierto día empezó a llover y a llover, la lluvia no cesaba, el cielo se caía a pedazos.

La gente tapiscó para no perder sus cosechas aunque no pudieron cosechar las yucas porque no les alcanzo el tiempo, consideraban más importante cosechar el maíz que se conservaba más tiempo después de la cosecha. De nada les serviría sacar la yuca, se echaría a perder y prefirieron dejarla.

Los días pasaron, llego la inundación, la gente vio perdida la siembra de sus yucas, muchos se lamentaron.

Los días seguían pasando y las aguas no bajaban los campesinos se refugiaron de las inundaciones en zonas un poco altas y algunos construyeron tapancos.

Día a día el nivel del agua descendía, la gente salía a pescar en cayucos, muchas de las siembras estaban podridas por el agua, ellos esperaban que las yucas también lo estuvieran pero algo raro sucedía.

La gente empezó a comentar pero nadie sabía bien que pasaba, hasta que un día alguien decidió ir a ver sus cultivos y observo que en las raíces de las matas las aguas estaban turbias.

Al pasar los días algo se estaba transformando, resulto que la primera capa de la yuca se descomponía cada vez que aparecía el trueno hasta quedar babosa, una vez hecha esta transformación la baba ahuyento el trueno, posteriormente la segunda capa de la yuca se convirtió en escamas, la parte interior de la yuca tomo vida.

Poco a poco fue transformándose hasta que las pequeñas raíces de la yuca se transformaron en las aletas, la parte posterior se convirtió en la cabeza y los ojos del extraño animal, luego empezaron a nadar, la gente empezó a observarlos con asombro. Le dieron el nombre de pejelagarto, peje por ser un animal acuático parecido a un pez; lagarto por tener parecido al lagarto o cocodrilo.

Por eso se dice que cuando hay demasiados truenos siguiendo al rayo la gente utiliza la baba del pejelagarto para proteger el espacio donde cae el trueno y así evitar una catástrofe.

LITERATURA CITADA

Aguilar, T. F. 2010. Sincronización del desove del pejelagarto *Atractosteus tropicus* en condiciones de laboratorio. Tesis de licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas, Villahermosa, Tabasco, México. 49 pp.

Aguilera, L., R. Mendoza., G. Márquez., Iracheta I. 2005. Alligator gar *Atractosteus spatula* larval development and early conditioning to artificial diets. In: Memories of Aquaculture America 2005. New Orleans, Louisiana, USA. pp 6.

Aguilera, L., R. Mendoza., G. Rodríguez., G. Márquez. 2002. Morphological description of Alligator gar and Tropical gar larvae on emphasis on growth indicator. Transactions of the American Fisheries Society. 131(5): 899-909 p.

Alemán, L. y W. Contreras. 1988. Algunas consideraciones sobre el pejelagarto *Lepisosteus tropicus* (Gill) y descripción de sus hábitos alimenticios. Memorias del IX congreso nacional de ictiología. 13-16 de Octubre. Tabasco, México. 115-122 pp.

Alvarez J. 1970. Peces Mexicanos (Claves). Instituto Nacional de Investigaciones Pesqueras. Secretaría de industria y Comercio. México. 166 pp.

Alvarez-González C.A., Contreras W., Castillo K., Santana O., Gallegos R. 2007a. Evaluation of commercial diets on tropical gar *Atractosteus tropicus* growth. In: Memories of Aquaculture America 2007. San Antonio, Texas, EUA. pp 835.

Alvarez-González C.A., Márquez-Couturier G, Contreras-Sánchez WM, Rodríguez-Valencia W. 2007b. Estrategia para el uso sustentable de los recursos pesqueros en Boca de Chilapa, Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco: Establecimiento de una planta de producción de peces nativos, pejelagarto, tenguayaca y castarrica. IN: Halfter G, Guevara S, Melic A (eds) Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica. Monografías del Tercer Milenio. Vol. IV. Zaragoza, España. pp 197-205.

Bussing W. A. 2002. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Universidad de Costa Rica. San José Costa Rica. 468 pp.

Chávez, M., A. Matthews y M. Pérez. 1989. Biología de los peces del río San Pedro en vista de determinar su potencial para la piscicultura. INIREB-FUCID. Xalapa, Veracruz, México. 222 pp.

Contreras, S. W. y Alemán L. 1988. Avances y perspectivas en el estudio de la biología del pejelagarto *Lepisosteus tropicus* y de la implementación experimental de su cultivo. En: Memorias del Primer seminario sobre peces nativos con uso potencial en acuicultura. H. Cárdenas, Tabasco. CEICADES-CP CEICADES-INIREB, 11 – 13 de abril. 90 pp.

Contreras, W., G. Márquez y J.L. García. 1989. Habilitación de zonas pantanosas para el semicultivo del pejelagarto *Lepisosteus tropicus* una propuesta para el manejo del ecosistema. En: Primer seminario sobre acuicultura PEMEX-UJAT en el estado de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. pp 15-19.

Cruz Rodríguez M. 2008. Descripción histológica del desarrollo gonádico y diferenciación sexual del pejelagarto *Atractosteus tropicus*, Gill; 1863. Tesis de licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas, Villahermosa, Tabasco, México. 57 pp.

De Dios, G. S. 2003. Contribución al conocimiento de la pesquería del pejelagarto *Atractosteus tropicus* y algunos elementos para la elaboración de un plan de manejo del recurso en la zona núcleo II de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Tesis de licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas, Villahermosa, Tabasco, México. 56 pp.

Escobar, C. L. 2006. Evaluación de la biomasa de *Artemia* congelada en primera alimentación de larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. Tesis de licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas, Villahermosa, Tabasco, México. 56 pp.

Escobar, C. L. y G. Márquez. 2004. Evaluación de la biomasa de *Artemia* congelada en primera alimentación de larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. IX Congreso Nacional de Zoología, Villahermosa, Tabasco. México. 149 pp.

Espinosa-Perez, H., Gaspar-Dilanar, M., Fuentes-Mata, P. 1993. Listados faunísticos de México III. Los peces dulceacuícolas mexicanos. Instituto de biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 98 pp.

Frías, Q.C.A. 2009. Diseño de alimentos microparticulados para larvas del pejelagarto *Atractosteus tropicus*, Gill 1863. Tesis de Maestría. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 108 pp.

García, G. G. y S. Páramo. 2000. Efecto de la temperatura en el crecimiento y la alimentación del pejelagarto (*Atractosteus tropicus* Gill, 1863), en condiciones de laboratorio (PISCES: LEPISOSTEIDAE). En: Memoria de la semana de divulgación y video científico de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. UJAT 2000. México. 251-254 pp.

Gómez Gómez M.A. 2009. Diseño y operación de un laboratorio de producción de juveniles de pejelagarto (*Atractosteus tropicus* Gill, 1863) en Tuxtla Gutiérrez Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Facultad de Biología, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 52 pp.

Gómez, J. A. y G. Márquez. 2000. Inducción al desove del pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Gill 1863) mediante la aplicación de OVAPRIM-C. En: Memoria de la semana de divulgación y video científico de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. UJAT 2000. México. 293-298 pp.

González, A. E. 2006. Diseño y operación de un laboratorio de producción de alevines de pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Gill; 1863) en el municipio de Comalcalco, Tabasco, México. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit. México. 94 pp.

Hernández, G. S. 2009. Inducción al desove del pejelagarto *Atractosteus tropicus* mediante el uso de implantes hormonales GnRH-a. Tesis de licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 57 pp.

Hernández, U., G. Márquez., A. Mcdonal y G. Morales. 2000. Fases de alimentación de larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. En: Memoria de la semana de divulgación y video científico de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. UJAT 2000. México. pp. 288-292

Hernández, V. U. 2002. Identificación del sexo y evaluación de la inducción hormonal en el pejelagarto *Atractosteus tropicus*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 82 pp.

Hernández, V. U., McDonal A., Contreras W., Méndez o., Hernández S., Arias L., Hernández A. 2010b. Tropical gar *Atractosteus tropicus* culture in pvc-lined circular tanks in Tabasco, Mexico. In: Memories of the III International Network for Lepisosteid Fish Research and Management. Nicholls State University. Thibodaux, Louisiana. USA. 31 pp.

Hernández, V. U., McDonal A., Vidal J., Contreras W., Hernández A. 2010a. Small-scale experimental culture and cost analysis of tropical gar *Atractosteus tropicus* in aerthen ponds in Tabasco, Mexico. In: Memories of the III International Network for Lepisosteid Fish Research and Management. Nicholls State University. Thibodaux, Louisiana. USA. 30 pp.

Huerta, O. M. 2008. Requerimientos de lípidos en larvas y juveniles de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*). Tesis de Maestría. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 84 pp.

Huerta-Ortiz M., Alvarez C.A., Márquez G., Contreras W., Civera R., Goytortua E. 2009. Sustitución total de aceite de pescado con aceite vegetal en larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. KUXULKAB´. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Vol. XV (28): 51-58 pp.

Iracheta, T. I. 2006. Determinación de las principales enzimas deigestivas y efecto de diferentes regímenes alimenticios en larvas de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 65 pp.

Jesús, C. R. 2008. Relación proteína-energía en juveniles de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) empleando dietas semipurificadas. Tesis de licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 70 pp.

López, S. D., Márquez G., Contreras W., Alvarez C. 2005. Evaluation of comercial diets on growth and survival of tropical gar *Atractosteus tropicus* juveniles in captivity. In: Memories of Aquaculture America 2005. New Orleans, Louisiana, USA. p. 8

Márquez G., Alvares C.A., Protti, M., Monge A. 2008a. Avances en la transferencia tecnológica para el cultivo del pejelagarto en Costa Rica. Laboratorio de Recursos Naturales y Vida Silvestre. AGROREGION. 2:1. pp. 27-28

Márquez G., Álvarez C., Contreras W., Hernández, U., Hernández., A, Mendoza R., Aguilera C., García T., Civera R., y Goytortua E. 2006. Avances en la alimentación y nutrición del pejelagarto *Atractosteus tropicus*. En: VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. pp. 446-523

Márquez G., Vázquez, C.J., León, C., Rodríguez M. 2008b. Restauración de la capacidad de producción de pejelagarto. AGROREGION. 2:17. pp. 27-28

Márquez, C. G. 2000. Biología y tecnología para el cultivo del pejelagarto *Atractosteus tropicus* en el sureste de México. In: P. Alvarez, M. Guzman, S. Contreras y A. Silva (Editores). Redes nacionales de investigación en acuicultura. Memorias de la IV Reunión. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). Instituto Nacional de la Pesca. Distrito Federal, México. pp. 265-267

Márquez, C. G. 2002. Estudio poblacional y estrategias para el uso sostenible del recurso pejelagarto *Atractosteus tropicus* en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Informe final. Fondo de investigación para la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (FIRBCENTLA) y Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. México. 70 pp.

Márquez, C. G. 2009. Restauración de la capacidad de producción de pejelagarto en Comalcalco, Tabasco. Informe técnico MEX/SGP/OP4/RAF/07/03 Programa de Pequeñas Donaciones/FMAM/PNUD – Yokochan Ibam A. C. 15 pp.

Márquez, C. G. 2011. Producción por acuicultura sustentable de pejelagarto en Comalcalco, Tabasco. Informe técnico MEX/SGP/OP4/Y3/RAF/2009/22 Programa de Pequeñas Donaciones/FMAM/PNUD – Otot Ibam SPR de RL de CV. Comalcalco, Tabasco. México. 35 pp.

Márquez, C. G. y Contreras, S. W. 1988. Crecimiento y alimentación de *Lepisosteus tropicus* en áreas confinadas, Tabasco, México. Resúmenes de la segunda semana de investigación y cine científico. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 28 pp.

Márquez, C. G., C.J. Vázquez., I.C. Olive., O. Olive y C.A. Álvarez. 2010. Strategies for the comercial pilot scale culture of tropical gar (*Atractosteus tropicus*). In: Memories of the III International Network for Lepisosteid Fish Research and Management. Nicholls State University. Thibodaux, Louisiana. USA. 29 pp.

Márquez, C. G., T. García., W. Contreras., C.A. Álvarez. 2004. Efecto del alimento comercial sobre el crecimiento y la supervivencia de prejuveniles de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. En: Memorias del XI Congreso Latinoamericano de Acuicultura (ALA) México 2004. Villahermosa, Tabasco, México. 43 pp.

Márquez, H. 1998. Efectos de la temperatura en el desarrollo de embriones y en crecimiento de las larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus* bajo condiciones de Laboratorio. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México. 43 pp.

Martínez, G. R. 2007. Ciclo anual de la vitelogenina plasmática en pejelagarto *Atractosteus tropicus*. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México. 45 pp.

Mendez, M. O. 2008. Estudio morfológico del ciclo ovárico y testicular del pejelagarto *Atractosteus tropicus* en el Estado de Tabasco. Tesis de Maestría. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 99 pp.

Mendoza, R., Aguilera C., Montemayor J., Rodríguez G., y Márquez G. 2000. Biología de los lepisosteidos y estudios orientados hacia la recuperación de las poblaciones naturales del catán (*Atractosteus spatula*) (Lacepedè, 1803). In: P. Álvarez, M. Guzmán, S. Contreras y A. Silva (Editores). Redes nacionales de investigación en acuicultura. Memorias de la IV reunión. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). Instituto Nacional de la Pesca. Distrito Federal, México. pp.103-120

Mora, J. M. 1997. Reproducción y alimentación del pejelagarto *A. tropicus* (Pisces: Lepisosteidae) en el refugio nacional de vida silvestre Caño Negro, Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 45 (2): pp. 861-866.

Pérez, E. y S. Páramo. 1998. Estudio Histológico de las gónadas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. Universidad y Ciencia. 14(27): pp. 69-82

Protti, Q. C. M. y J. M. Cabrera. 2007. Avances en la formulación de un plan estratégico para el manejo sostenible del gaspar *Atractosteus tropicus* (Pisces: Lepisosteidae) en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, Costa Rica. En: VI Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. V Congreso de Áreas Protegidas. Palacio de Convenciones de la Habana. La Habana, Cuba.

Protti, Q. M., Márquez G., Sevilla A., Ulloa R. 2010. Preliminary results of the *Atractosteus tropicus* (PISCES LEPISOSTEIDAE) larvae rearing using two different cultured systems in Costa Rica. In: Memories of the III International Network for Lepisosteid Fish Research and Management. Nicholls State University. Thibodaux, Louisiana. USA. 43 pp.

Ramón, F., Márquez G., y Contreras W. 2004. Frecuencia de alimentación y su efecto sobre el desarrollo, crecimiento y supervivencia de larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. En: Memorias del IX Congreso Nacional de Ictiología. Villahermosa, Tabasco. 156 pp.

Ramos, M. A., G. Márquez y S. Páramo. 2000. Evaluación de la densidad de carga en el crecimiento y la supervivencia de juveniles del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), en jaulas flotantes. En: Memoria de la semana de divulgación y video científico de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. UJAT 2000. pp. 275-279

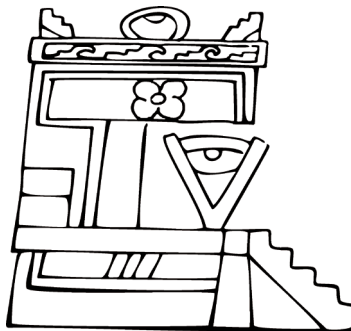
Reséndez, A. y M. Salvadores. 1983. Contribución al conocimiento de la biología del pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Gill) y la tenguayaca *Petenia splendida* (Gunther) del Estado de Tabasco. Biótica 8(4):pp. 413-426

Rivera, Y. y G. Márquez. 2004. Efecto de la densidad en el crecimiento y supervivencia en el cultivo de larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Gill) bajo condiciones de laboratorio. En: Memorias del IX Congreso Nacional de Ictiología. Villahermosa, Tabasco. 155 pp.

Rodríguez, R. E. 2002. Las lagunas continentales de Tabasco. Colección José Narciso Roviroso. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 264 pp.

Rodríguez, V. W. 2008. Estudio socioeconómico y técnico para el cultivo de crías de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) en la Ranchería Boca de Chilapa, Centla, Tabasco. Tesis de Licenciatura. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 70 pp.

Wiley, E. O. 1976. The phylogeny and biogeography of fossil and recent gars (Actinopterygii: Lepisosteidae). University of Kansas. Museum Natural History. USA. 64: 1-111 pp.



Difusión y Divulgación
Científica y Tecnológica

José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

Fabián Chablé Falcón
Director de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica

Francisco Morales Hoil
Jefe del Departamento Editorial de Publicaciones No Periódicas

Esta obra se terminó de editar el 9 de diciembre de 2015, en el Departamento Editorial de Publicaciones No Periódicas de la Dirección de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Av. 27 de febrero 626, Tercer Piso, Colonia Centro, 86000, Villahermosa, Tabasco, México. El cuidado estuvo a cargo de los autores y de los editores consignados.