

Acuicultura tropical sustentable

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

C O L E C C I Ó N

J O S É N . R O V I R O S A

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

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.]; Tr. Laura Escobar Casillas, José Jesús Hernández May. – 1ª Ed. - Villahermosa, Tabasco, México : Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2013.

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

Incluye Referencias Bibliográficas

ISBN:978-607-606-102-2

1 .Acuicultura. I. Título. II. Autor. III. Serie.

L.C. SH459 .A4 A38 2013

Primera edición, 2013

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: 978-607-606-102-2

Diseño y edición: Gabriel Márquez Couturier
Traducción al idioma inglés: Laura Escobar Casillas
Traducción a la lengua chontal: José Jesús Hernández May
Apoyo editorial: Francisco Morales Hoil
Diseño de portada: Manuel J. Ceballos Gómez
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

TABLE OF CONTENTS

LO KE UNKININTÁN

PRÓLOGO	15
CAPÍTULO I. BIOLOGÍA GENERAL DEL PEJELAGARTO	
Biología general del pejelagarto	19
¿Cuándo aparecieron en nuestro planeta?	19
¿Cuántas especies se conocen en el mundo?	19
¿Cuál es el nombre común de estas especies?	20
¿Qué significa la palabra peje?	20
¿El pejelagarto sólo se encuentra en Tabasco?	20
¿Es verdad que Tabasco produce miles de pejelagartos al año?	21
¿Los pejelagartos están en peligro de extinción?	22
¿Es verdad que la hembra es más grande que el macho?	22
¿A qué edad se reproducen por primera vez?	22
¿Una hembra puede producir miles de huevos?	22
¿Es cierto que sólo se reproducen una vez al año?	22
¿Es verdad que son carnívoros y agresivos?	23
¿Cuántos años vive un pejelagarto?	23
¿Pueden respirar aire?	23
¿Son pequeños los huevos de pejelagarto?	24
¿Es cierto que los huevos son venenosos?	24
¿Cómo es un pejelagarto?	25

CAPÍTULO II. CICLO DE VIDA DEL PEJELAGARTO

Ciclo de vida del pejelagarto	29
-------------------------------	----

CAPÍTULO III. ACUICULTURA TROPICAL SUSTENTABLE

Acuicultura tropical sustentable	39
----------------------------------	----

Cultivo del pejelagarto	40
-------------------------	----

Cuarentena	40
------------	----

Selección de machos y hembras	42
-------------------------------	----

Preparación de estanques, nidos y calidad del agua	45
--	----

Desove espontáneo simulando el sitio donde chapalea	46
---	----

Desove suministrando la hormona LHRH-a	48
--	----

Incubación de los huevos	54
--------------------------	----

Crianza de larvas o larvicultura	54
----------------------------------	----

Alevinaje	59
-----------	----

Engorde	61
---------	----

Canibalismo	63
-------------	----

Anormalidades	65
---------------	----

Enfermedades y tratamientos	70
-----------------------------	----

CAPÍTULO IV. ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL PEJELAGARTO EN TABASCO

Estrategias para la conservación del pejelagarto en Tabasco	75
---	----

Conservación del pejelagarto en ecosistemas de Tabasco	76
--	----

La pesca del pejelagarto en antaño	79
------------------------------------	----

La leyenda del pejelagarto	80
----------------------------	----

PROLOGUE	85
CHAPTER I. GENERAL BIOLOGY OF TROPICAL GAR	
General Biology of tropical gar	89
When did they appear in our planet?	89
How many species are known in the world?	89
What are the common names for these species?	90
What does the word “peje” from the Spanish word “pejelagarto” (garfish) mean?	90
Are tropical gar only found in Tabasco?	90
Is it true that Tabasco produces thousands of tropical gars per year?	91
Are tropical gars in danger of extinction?	92
Is it true that females are larger than males?	92
At what age do they reproduce for the first time?	92
Can a female produce thousands of eggs?	92
Is it true they only reproduce once a year?	92
Is it true they are carnivorous and aggressive?	92
How long does a tropical gar live?	93
Can they breathe air?	93
Are tropical gar eggs small?	94
Is it true that tropical gar eggs are poisonous?	94
What does the tropical gar look like?	94
CHAPTER II. TROPICAL GAR LIFE CYCLE	
Tropical gar life cycle	99

CHAPTER III. SUSTAINABLE TROPICAL AQUACULTURE

Sustainable tropical aquaculture	109
Tropical gar culture	110
Quarantine	110
Male and female selection	112
Tank and nest preparation and water quality	115
Spontaneous spawning simulating natural conditions	116
Spawning using LHRH-a hormone	118
Egg incubation	124
Larval rearing or larviculture	124
Fingerling rearing	129
Growout	130
Cannibalism	133
Abnormalities	135
Diseases and treatment	139

CHAPTER IV. CONSERVATION STRATEGIES FOR TROPICAL GAR IN TABASCO

Conservation strategies for tropical gar in Tabasco	143
Tropical Gar Conservation in Tabasco Ecosystems	144
Tropical gar fishing in the old days	147
A tropical gar tale; a Chontal narrative	148

UPINTE' JUN

CAPÍTULO I. UPETE UKUXLI'B TA IBAM

Upete ukuxli'b ta ibam	157
------------------------	-----

¿Kak'in atúts'i pan kika'bla?	157
¿Jiyp'e kláse an pankab ?	157
¿Kámba uk'aba' uyilbinte jíndaba ja'il ilik'i?	158
¿Kóde kira yo uyile' ni ts'i'b ta ibám?	158
¿Ni ibámba namás upimó tä ránchu?	158
¿Toj kira'i ke tä ránchuba ts'iskínite maj mediu ibam kada unja'b?	158
¿Muk' utsupsínite ni ibámo'b?	159
¿Toj kira'i ke ni na' ibámba mas noj ke ajló ibam?	160
¿Jityp'e ukuxté ubisán jik'in uchén uyix al?	160
¿Unts'it na'ibamba uto'bsén kira'i k'enel bo'b?	160
¿Toj kira'i ke namás unúm kada unja'b uchen yal?	160
¿Toj kira'i ke uk'uxe' kuxú we'e í rey krixtako'b?	160
¿Jityp'e jabób ukuxté unts'it ibamba?	160
¿Uchen podé usapin ik'?	161
¿Ts'u' ts'uts' ubo'b ta ibam?	161
¿Toj kira'i ke mach uts uk'uxkán ni bo'b ibam?	161
¿Kachejdakirá unts'it ibamba?	162
CAPÍTULO II. TOMLÁJ KUXTÉ TUBÁ IBÁM	
Tomláj kuxté tubá ibám	167
CAPÍTULO III. JA'IL ILIK'I TI TIKIW JUNTULCH'IJE	
Ja'il ilik'i ti tikiw juntulch'ije	177
Ts'isá tubá ibám	177
Kuarentena	178
Yikóm tubá ajlo'o'b i ixiko'b	179

Uyute listá estanke, uk'u'b i utsilja'	182
Utere bobín up'isin bajká uyoko chen ubobín	183
Yojón ke uyik'binte ormona LHRH-a	185
To'bsá ta bo'b	191
Ts'isáj chiikch'ok ibam	191
Ch'ok ibám	196
Pok'mesá	198
Ajk'uxóm	200
Baldawo'b	202
Uyájo'b i uts'ikilkán	206
CAPÍTULO IV. KACHEJDÁ UKININTÍNTE IBÁM TI RÁNCHU	
Kachejdá ukinintínte ibám tä Ránchu	211
Kinin tubá ibám tan ka'b tä Ránchu	211
Ts'sají tubá täkuxté; sakia ta ibám a'oní	213
Ts'ají tubá ibám	214
LITERATURA CITADA	217



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.

Su traducción al inglés obedece a la amplia colaboración con investigadores y estudiantes de los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, mismos que han avanzado muy rápido en técnicas de manejo de especies de pejelagartos que habitan sus aguas interiores, apoyándose en gran medida en los avances alcanzados en Tabasco a lo largo de 25 años de investigación. De esta manera la traducción fortalecerá aún más el estudio y manejo de los Lepisos en dichos países. La traducción a la lengua chontal, es sin duda, un reconocimiento a las poblaciones indígenas locales que con su arraigo, sabiduría y tradiciones han presentado al mundo al pejelagarto. Bien sea mediante leyendas, cuentos, tradiciones pesqueras o recetas de cocina, el pejelagarto sigue y seguirá vivo en una tierra donde a los tabasqueños, de apodo, los fuereños nos llaman “pejes”.

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).

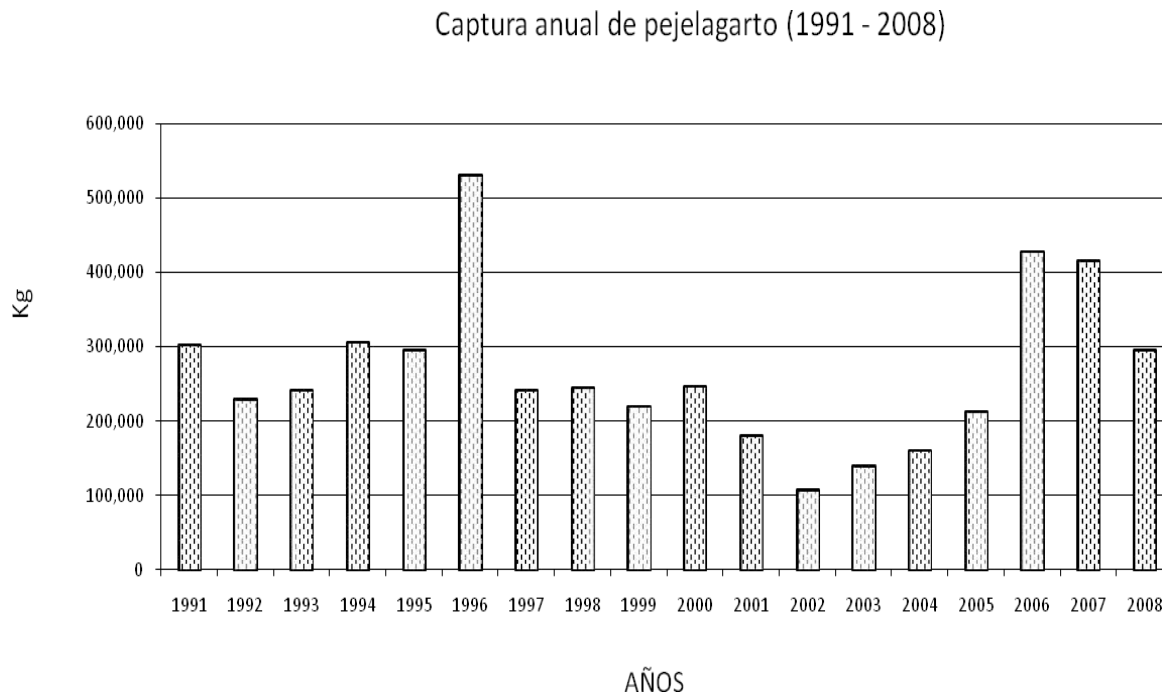


Figura 2. Producción pesquera anual de pejelagarto (*A. tropicus*) en el Estado de Tabasco (Fuente: Subdelegación de Pesca, Delegación Federal Tabasco, SAGARPA, 2011).

En las poblaciones silvestres de pejelagarto, los machos son más abundantes que las hembras; en la laguna El Horizonte de la ranchería 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.

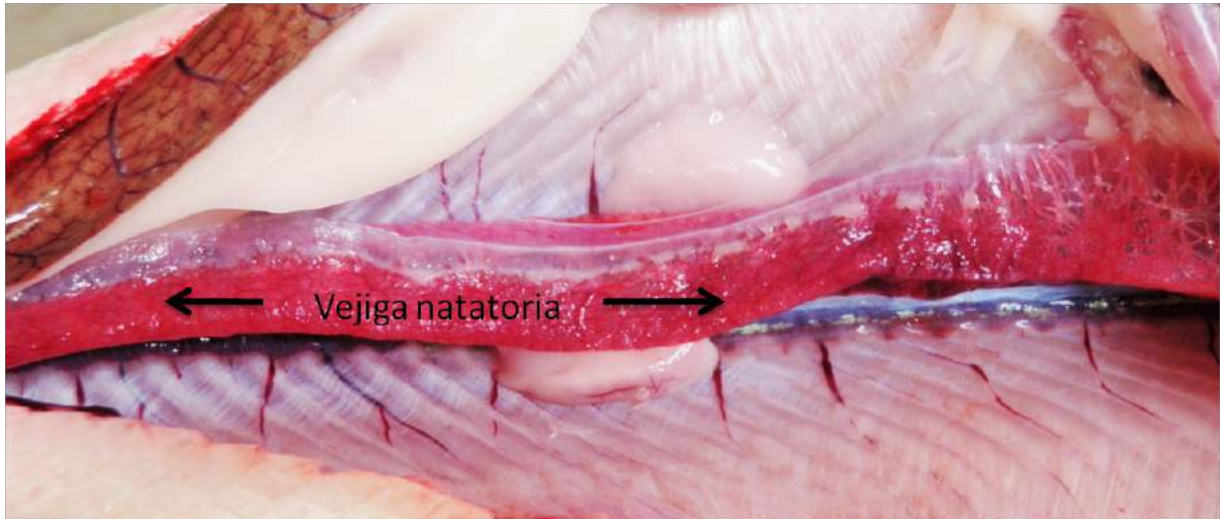


Figura 3. Vejiga natatoria del pejelagarto (*A. tropicus*) con pequeños vasos sanguíneos de color rojo a lo largo de la cavidad visceral.

¿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).

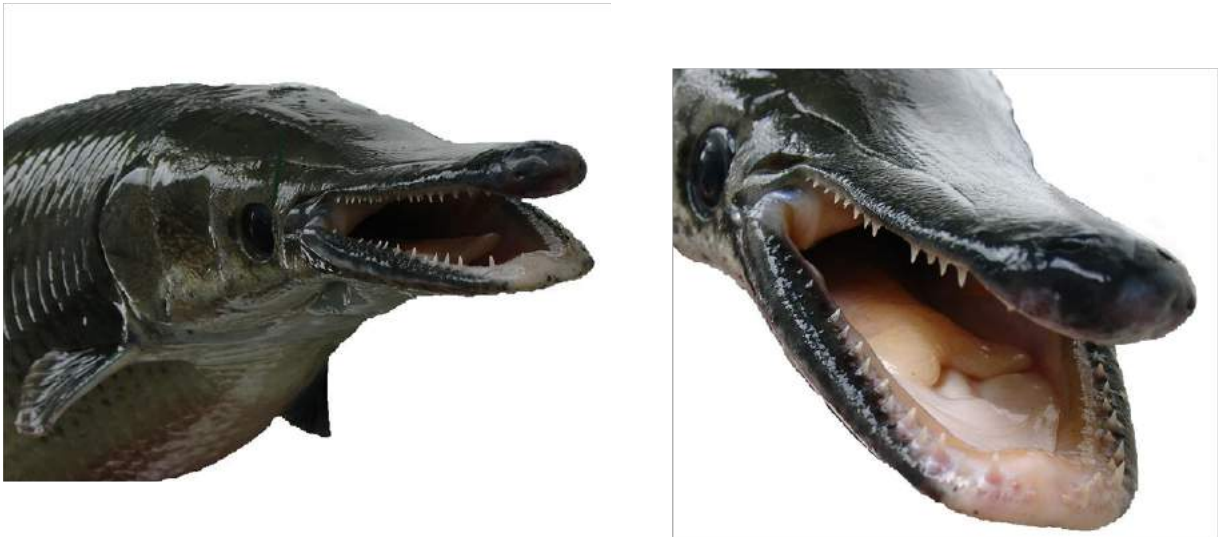


Figura 5. Hembra de pejelagarto (*A. tropicus*) con hileras de dientes caninos.

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).

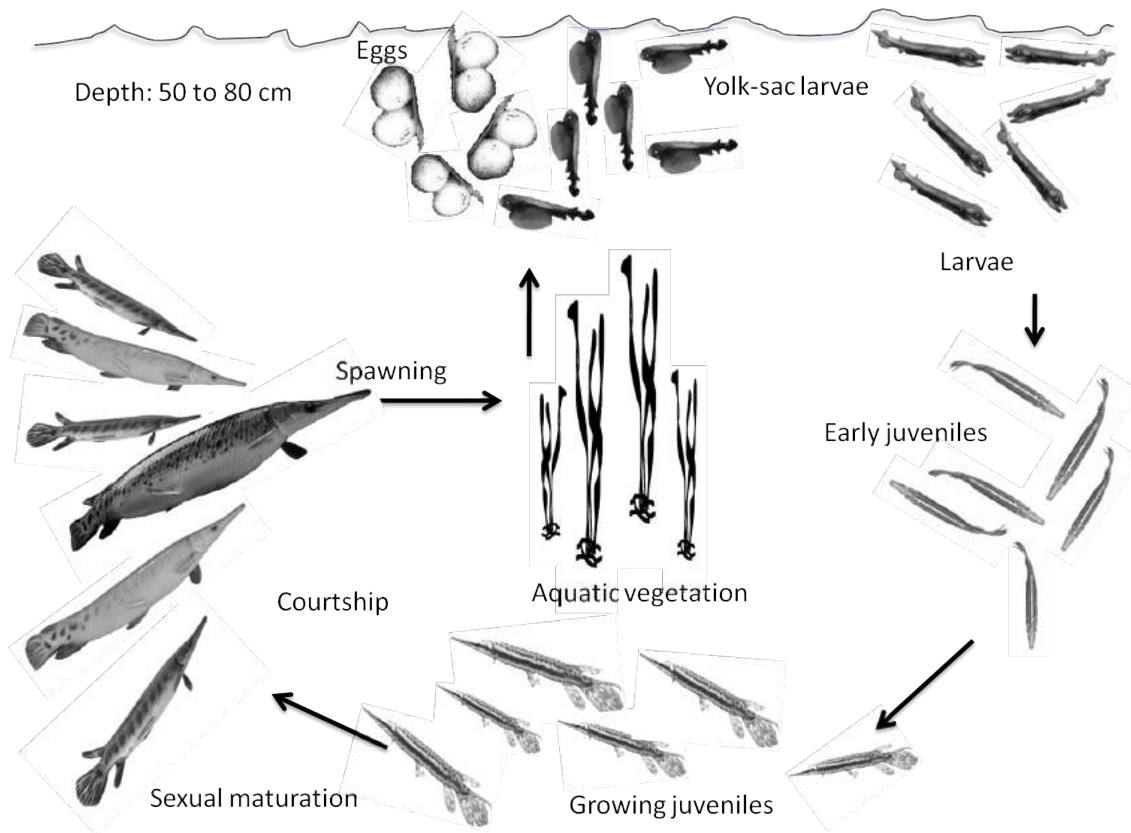


Figura 7. Ciclo de vida del pejelagarto (*A. tropicus*).

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).

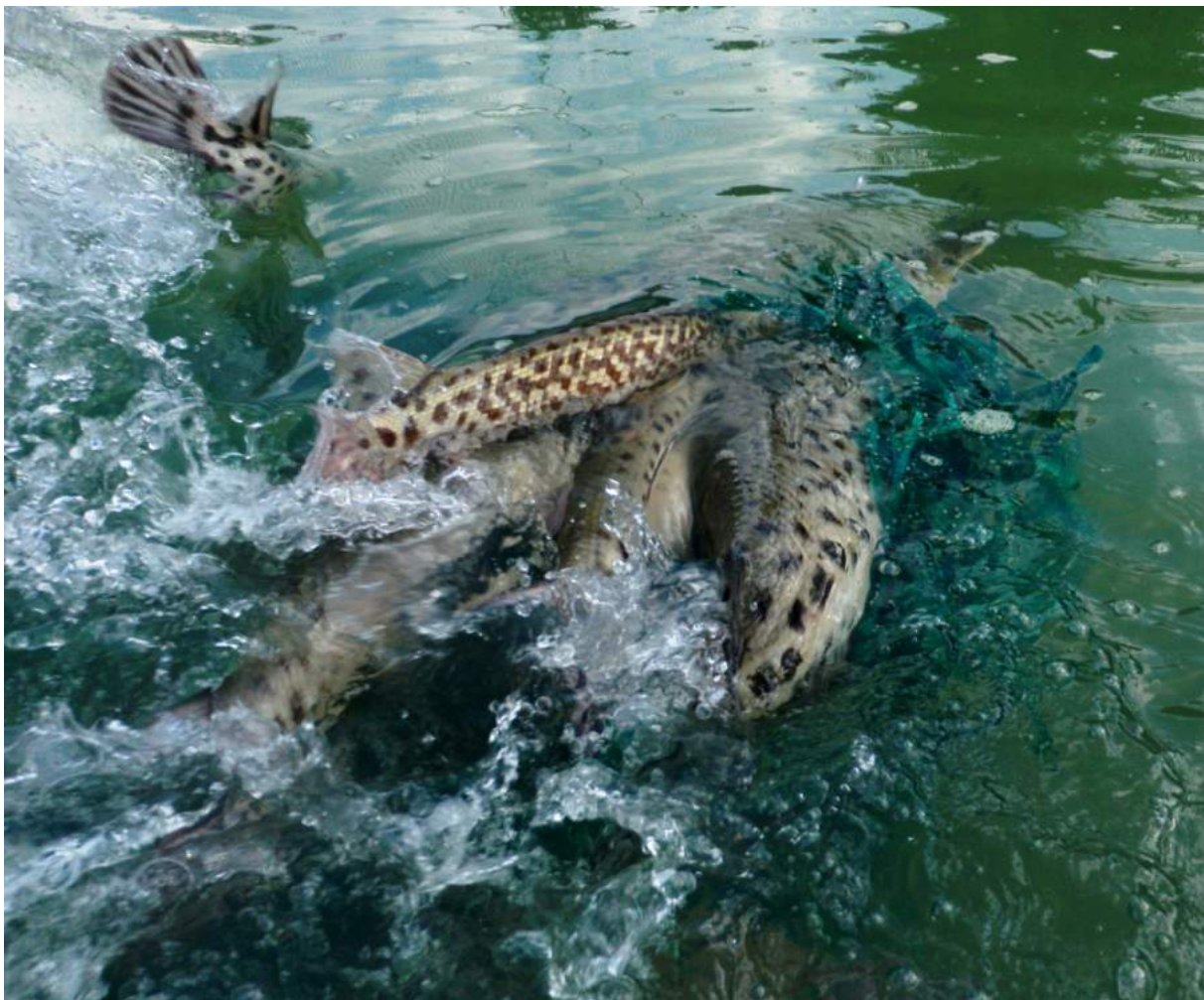


Figura 8. Desove o chapaleo de una hembra y varios machos de pejelagarto (*A. tropicus*) en cautiverio.

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.

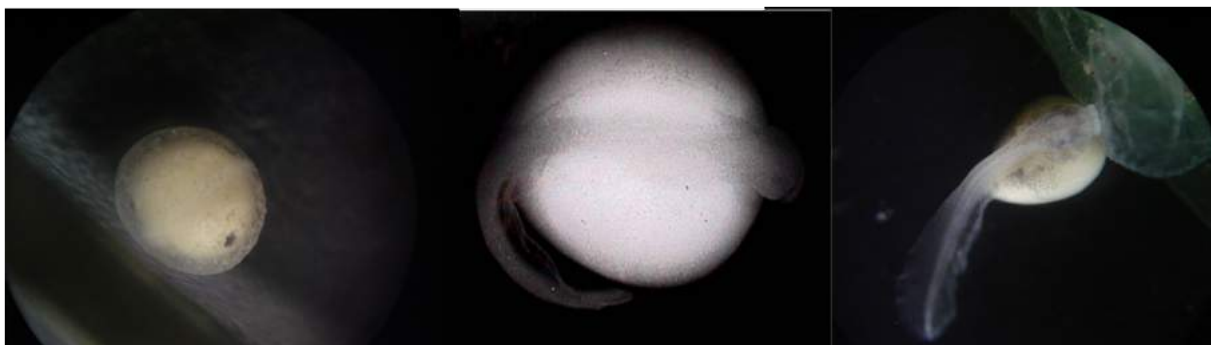


Figura 9. Huevo fertilizado, embrión en proceso de desarrollo y larva recién eclosionada del pejelagarto (*A. tropicus*) fija a la cascara del huevo mediante el disco adhesivo.

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.

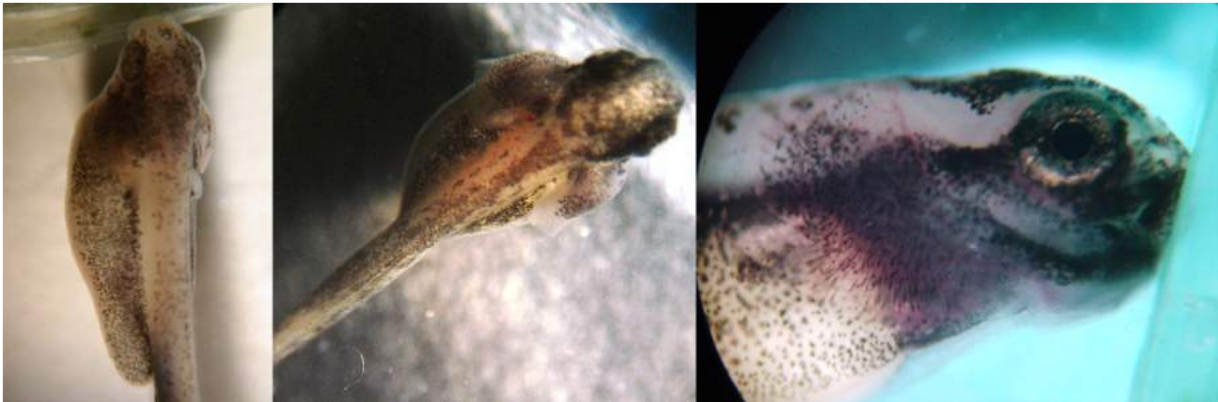


Figura 10. Larvas de pejelagarto (*A. tropicus*) dos días después de haber salido del huevo.

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).

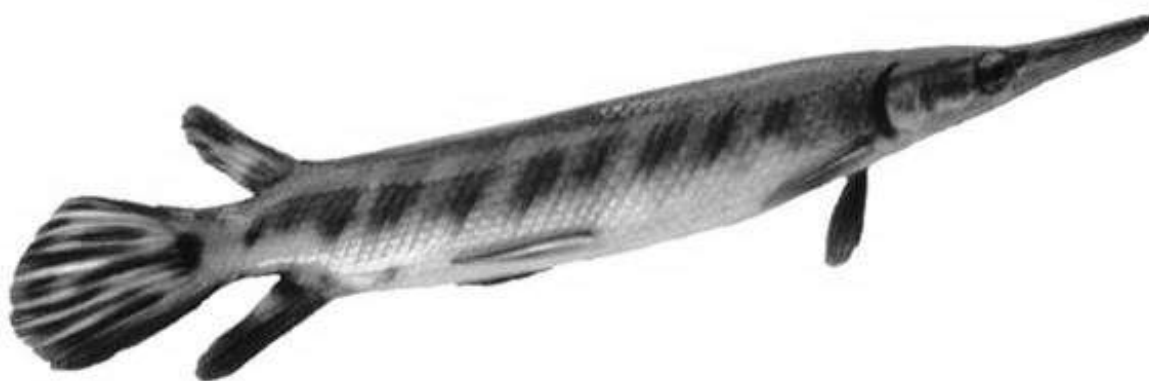


Figura 13. Juvenil de pejelagarto (*A. tropicus*) de 9 meses de edad.

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).

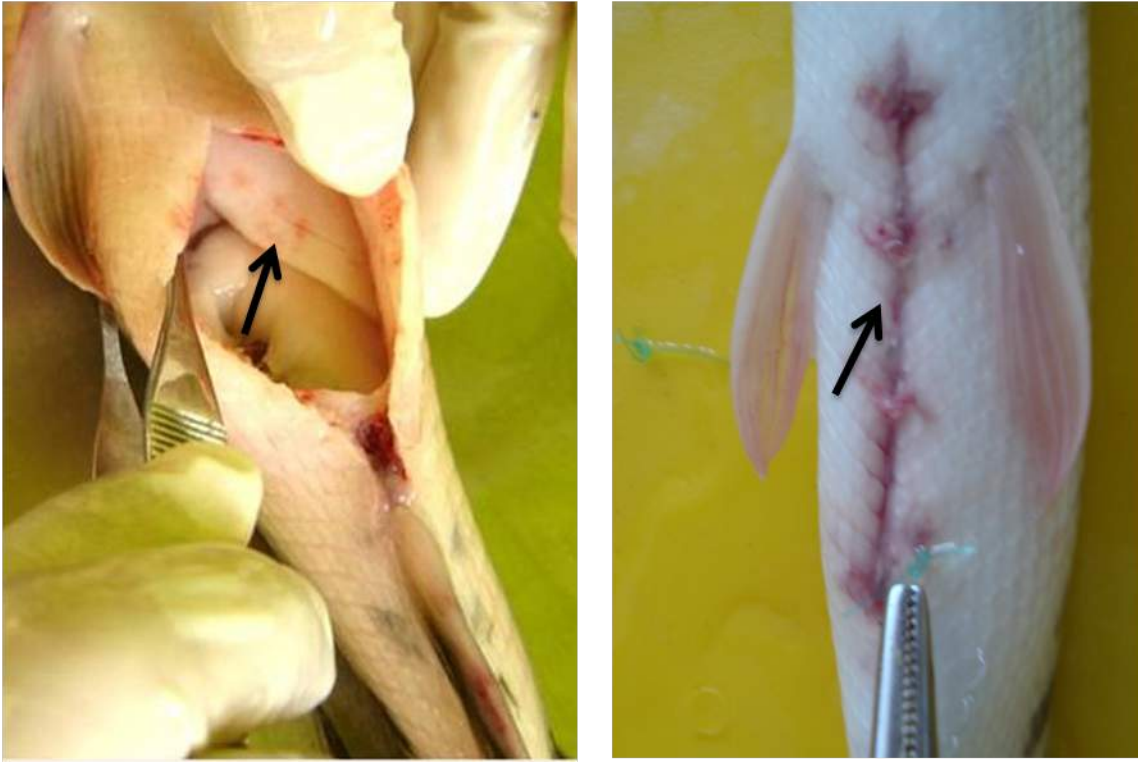


Figura 14. Cirugía en un macho de pejelagarto (*A. tropicus*), testículos maduros a los 12 de meses de edad.

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.

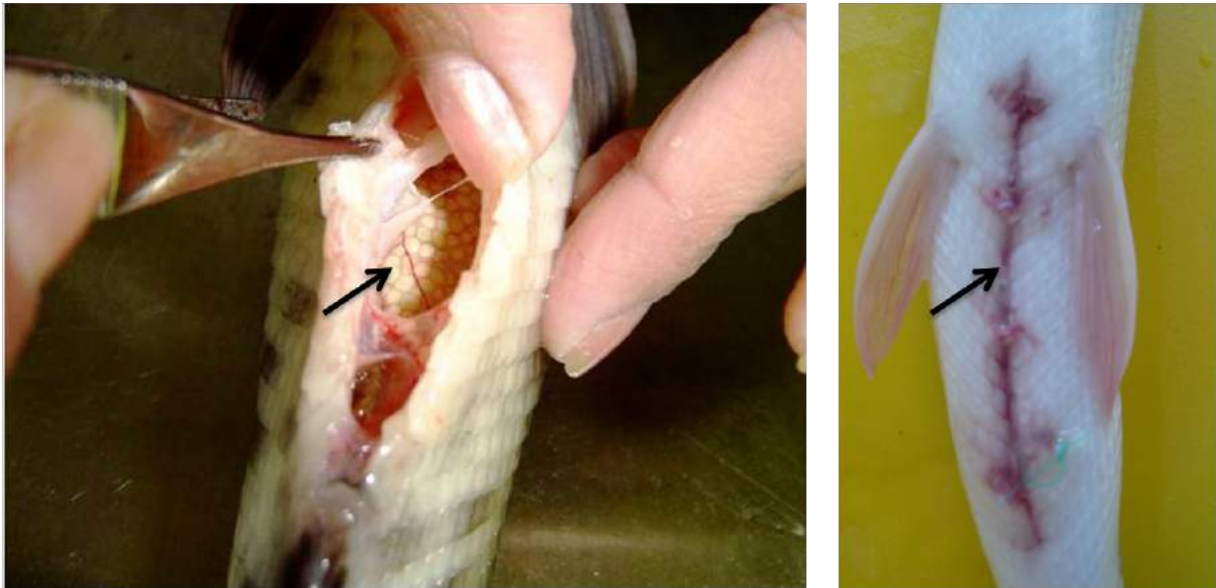


Figura 15. Cirugía a una hembra de pejelagarto (*A. tropicus*), huevos en proceso de maduración final en el segundo año de edad.

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*) fijos 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).

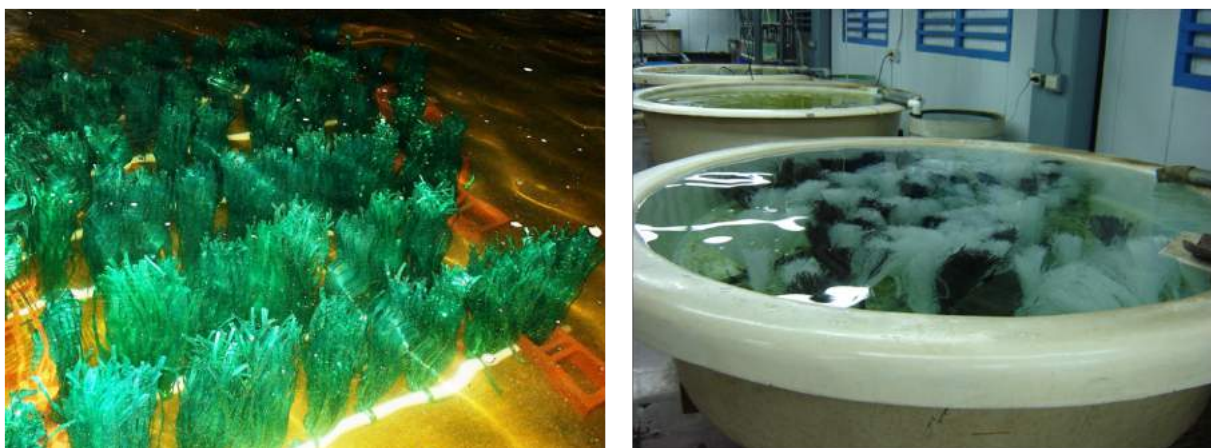


Figura 25. Nidos artificiales para el desove del pejelagarto (*A. tropicus*).

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).

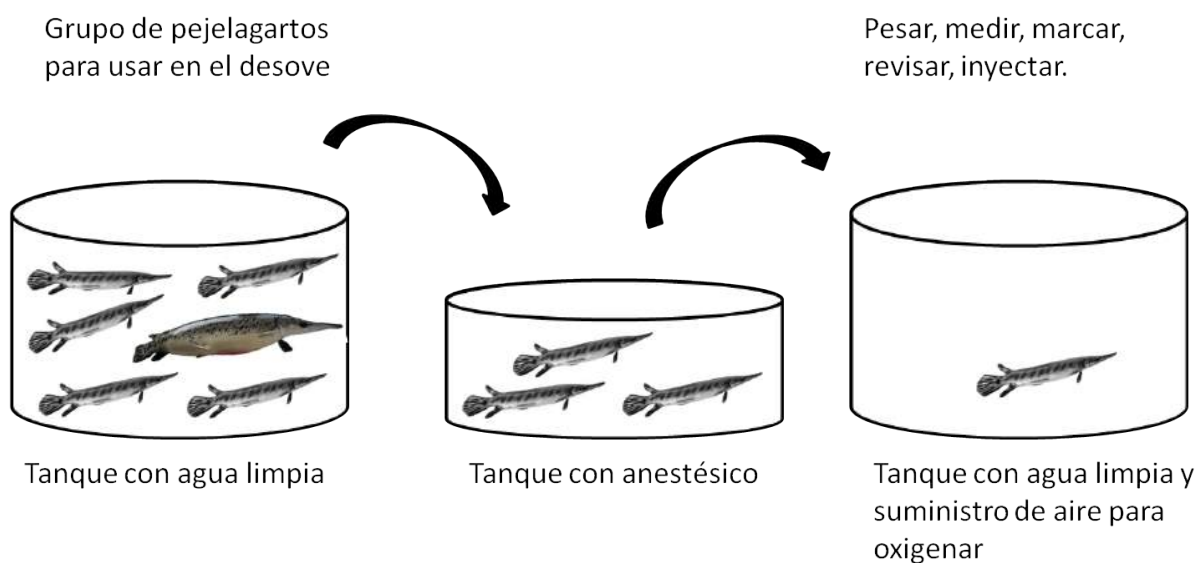


Figura 27. Procedimiento para anestesiarse y aplicar la hormona en el pejelagarto (*A. tropicus*).

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).

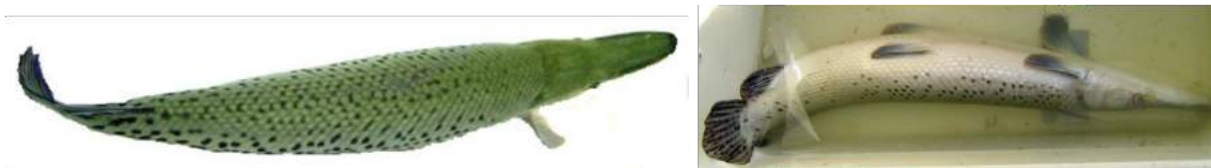


Figura 28a. Fase I de la anestesia en el pejelagarto (*A. tropicus*).



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).

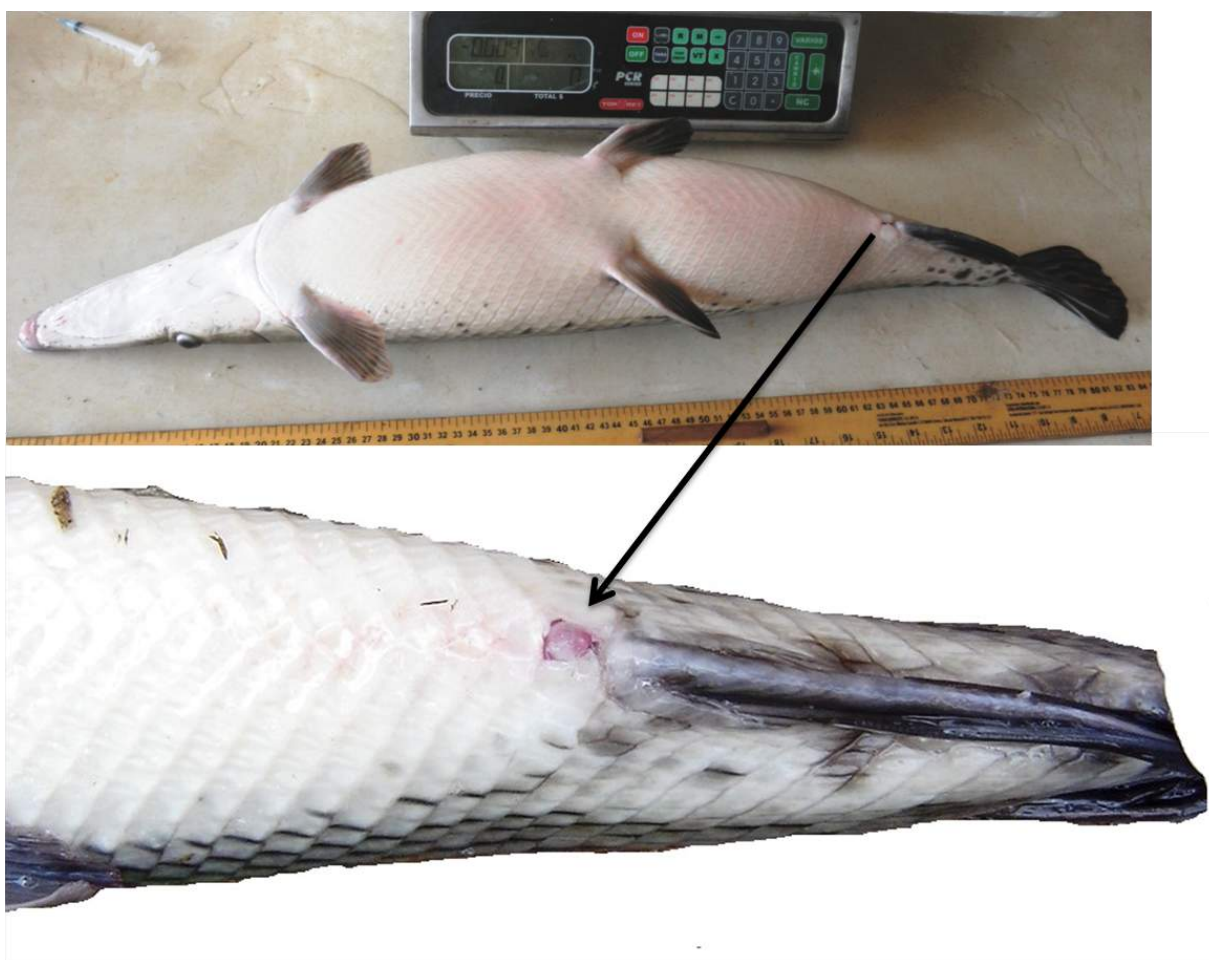


Figura 30. Hembra madura con la papila de color rojo y expuesta, previa al desove del pejelagarto (*A. tropicus*).

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 5 días favorece la adaptación al consumo de alimentos inertes y una alta supervivencia (84%) en los primeros 30 días (Figura 34).

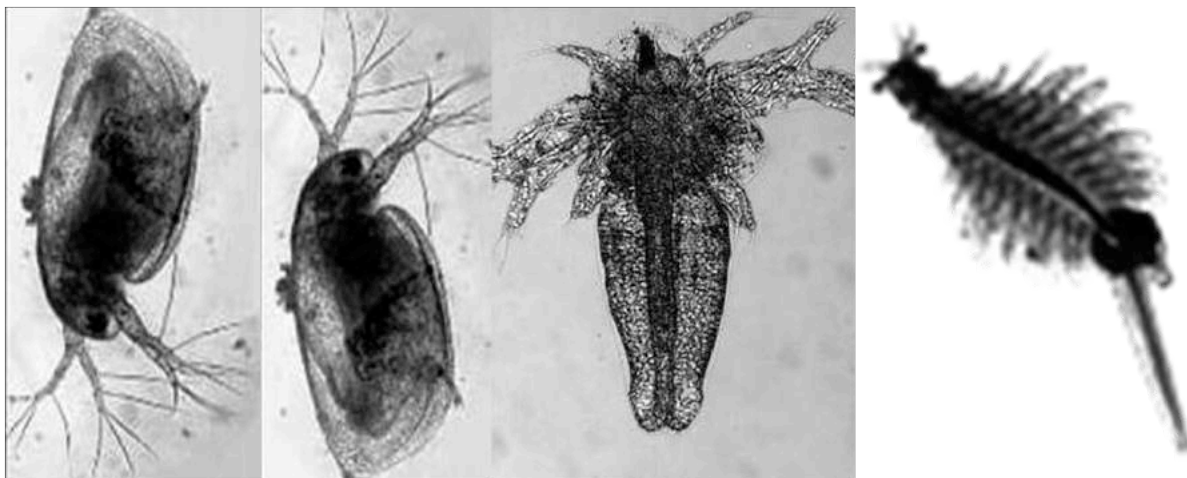


Figura 34. Pulgas de agua, nauplio y adulto de *Artemia* usados en la alimentación de larvas del pejelagarto (*A. tropicus*).

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.

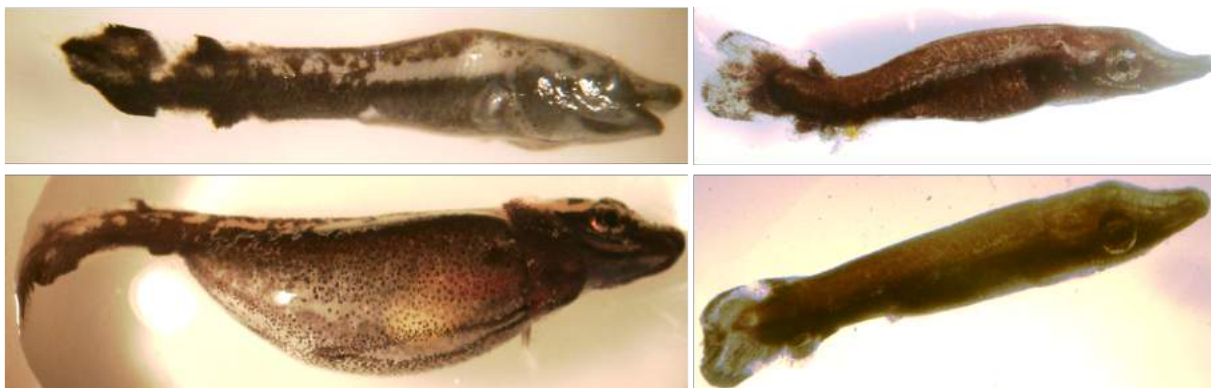


Figura 35. Larvas de pejelagarto (*A. tropicus*) con diferentes anomalías; ciega, con deformidad de columna, con gases en la vejiga natatoria, con aleta caudal corta.

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 parasito 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 estomago 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.



Juvenile tropical gar (*Atractosteus tropicus*)

PROLOGUE

Writing a book prologue is never easy, requires objectivity and constructive criticism, at the same time, you are usually writing about the work of a dear friend or close colleague; therefore your objectivity now faces the subjectivity of friendship. Nevertheless, writing the prologue for a work as unusual as this resulted, away from a literary exercise, a reencounter with stories. Stories that in the first section of the book are reflected as questions, the same questions that a lot of us involved in the study of Lepisosteids (best known as pejelagartos in the mexican tropic) have asked ourselves. These stories were also adopted by a lot of our students and colleagues in Mexico and abroad. These stories are more than just science, they represent a friendship bond and comradeship. In other words, pejelagartos became an essential part of many lives that interlocked in today's International Network for Lepisosteid Research. This book is then a communion of ideas and contributions of many men and women, it fused into a version that's entertaining, rich in detail and images, written in an everyday language. Questions asked by children, housewives, farmers, fishermen and aquaculturists were able to be answered as well as the ones asked by writers, musicians, poets and madmen, there's answers for everyone. In the second part of the book, the life cycle of the species is presented in simplified manner, showing the different life stages, with emphasis on reproduction and feeding preferences of this unique fish, as well as the ages when males and females participate in reproduction, contributing to population recruitment. The third section of the book and probably the most valuable, takes the reader hand by hand in a simple manner through all the steps needed for tropical gar culture. Here, a series of recipes are presented to produce fry and juveniles in captivity. The way grow-out should be done is also presented, showing examples of facilities, equipment and materials needed to take on this task successfully. All these elements have allowed the consolidation of this technological package, designed, proven and taken into extensionism practices by researchers, technicians, and students of the Tropical Aquaculture Laboratory of the Academic Division on Biological Sciences of Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

All these efforts have been of great support to a large amount of aquaculturists implementing this technological package in Tabasco, Chiapas, Campeche, Guatemala, and Costa Rica in the search of a successful, profitable culture of this resource, which not long ago was considered a threatened species due to overexploitation and had been a wiped out of some lagoons and rivers of the state of Tabasco. The fourth and last section of the book points out different necessary actions to reach a sustainable use of the tropical gar resource, making emphasis in the need of communication, legislation and environmental education.

Its translation to English follows the broad collaboration with researchers and students of the United States of America and Canada, who have grown rapidly in management techniques of gar species, which inhabit their inland waters, taking advantage of the goals reached in Tabasco after 25 years of research.

In this sense, this translation will strengthen even more, the study and management of Lepisosteids in these countries. The translation to Chontal, with no doubt is an acknowledgement to the local indigenous populations with their culture, knowledge and traditions have presented tropical gar to the world. Either through their legends, stories, fishing traditions or cooking recipes, Pejelagartos are and will continue to be alive in a land where us “tabasqueños” (people from Tabasco) are nicknamed “pejes” by foreigners.

We invite you to enjoy this work, hoping that through it pejelagartos will be understood and valued, a species that has outlived the wetlands for more than 180 years, but most importantly has outlived mankind... Bon appetit!

Wilfrido Miguel Contreras Sánchez, Ph.D.

GENERAL BIOLOGY OF
TROPICAL GAR

CHAPTER I

GENERAL BIOLOGY OF TROPICAL GAR

When did they appear in our planet?

Gars are part of a primitive group of fish (Lepisosteidae) which is believed appeared about 180 million years ago, in the Paleozoic Era. Fossils found in America, Europe and India were calculated to belong to the Cretaceous era and appeared 70 million years ago; these fossilized specimens are similar to the current garfish (Wiley, 1976).

This is the reason why gars are considered to be prehistoric fish that were around when dinosaurs inhabited our planet (Figure 1).



Figure 1. Tropical gar (*Atractosteus tropicus*) dry preserved specimen at Aquaculture Station Los Diamantes, Guapiles, INCOPESCA, Costa Rica.

How many species are known in the world?

There are seven species known today, all members of one family of fish (LEPISOSTEIDAE) and two genera (*Lepisosteus* and *Atractosteus*).

The *Lepisosteus* genus includes four species; *Lepisosteus osseus*, *Lepisosteus platyrhincus*, *Lepisosteus platostomus* and *Lepisosteus oculatus*. The *Atractosteus* genus includes three species; *Atractosteus spatula*, *Atractosteus tropicus* and *Atractosteus tristoechus*.

What are the common names for these species?

Pejelagarto *Atractosteus tropicus* is known by other names outside Tabasco, Campeche, some parts of Chiapas and South Veracruz, like “pez armado” (armoured fish) and “catan”, in Costa Rica it is called “gaspar fish”, and in Guatemala is known as “machorra”. In the English language pejelagarto is known as “tropical gar”.

In Tamaulipas and Nuevo Leon the common name “catan” is used when referred to the species *Atractosteus spatula*, known in the United States of America as *Alligator gar*. “Catan pintado” or “spotted gar” is used for the species *Lepisosteus oculatus*. “Catan aguja” or “Longnose gar” refers to *Lepisosteus osseus* found in the Southern states of the USA.

In Cuba *Atractosteus tristoechus* is called “manjuarí”; in English is known as “Cuban gar”.

There are two species found in Mexico *Atractosteus spatula* and *Atractosteus tropicus*, they do not share geographical zones, but people often confuse the two because they are both commonly called “catan” and “pejelagarto”. Nevertheless, scientific names help correctly name each species.

What does the word “peje” from the Spanish word “pejelagarto” (garfish) mean?

The word “peje” means fish (pez) and because of its snout-like mouth similar to that of an alligator (lagarto) the compound word peje-lagarto (gator-fish) is used to refer to this species in particular.

Are tropical gar only found in Tabasco?

No, wild populations can also be found in other states of Southern Mexico; south of Veracruz, Campeche and Chiapas (Álvarez, 1970).

Tropical gar distribution goes from South Mexico to Costa Rica in Central America (Bussing, 2002). It is found in Lake Nicaragua and San Juan River and its respective tributaries. In Guatemala it can be found Sierra de Lacandon wetlands, municipality of La Libertad department of Peten. In the Pacific slopes it is found from Southeast Chiapas to the Fonseca Gulf in Nicaragua (Espinosa et al. 1993). In the north zone wetlands in Costa Rica, specifically in the Canton de los Chiles and its districts; Los Chiles, Caño Negro, El Amparo and San Jorge (Protti & Cabrera 2007).

Is it true that Tabasco produces thousands of tropical gars per year?

This is true, the largest wild population is found in Tabasco, abundant rivers and lagoons, extended flooded plains and wetlands have allowed capture quotas that vary from 100 to 550 tons per year for the last 20 years (Figure 2).

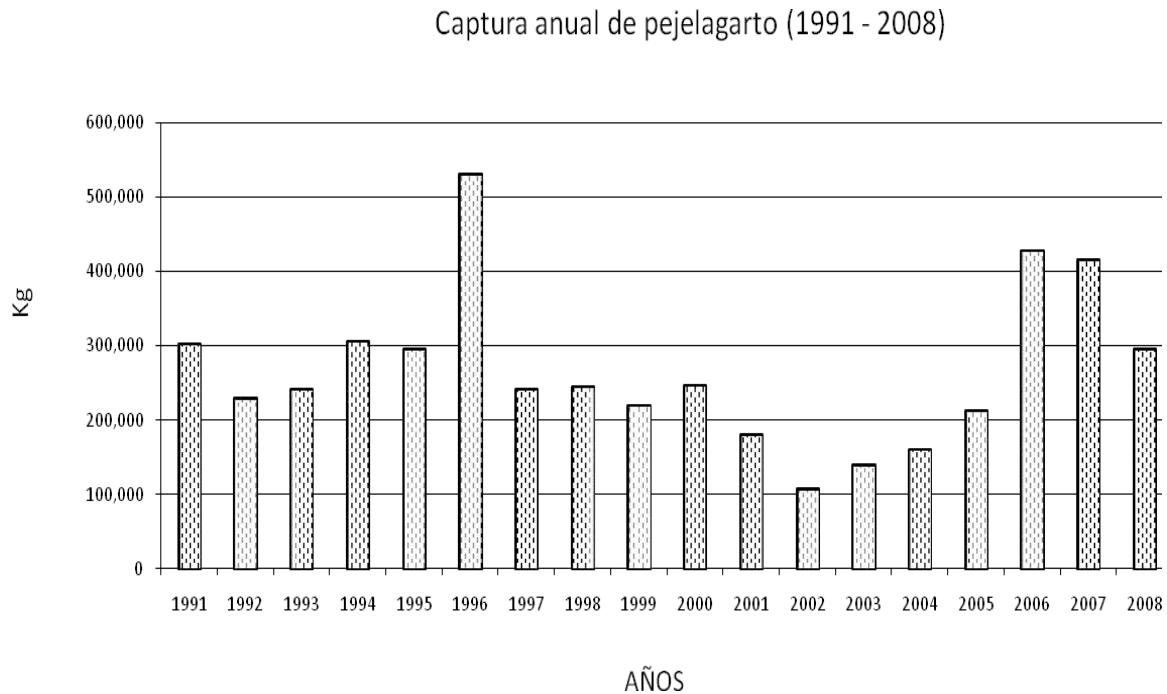


Figure 2. Fisheries annual production of tropical gar (*A. tropicus*) in the state of Tabasco (Source: Fisheries Subdelagacy, Federal Tabasco Delegacy, SAGARPA, 2011)

In tropical gar wild populations, males are more abundant than females; In El Horizonte lagoon of rural community El Espino, a proportion of 4 males per female was found (Alemán y Contreras, 1988), in Rio Playa, Comalcalco, 9 males per female were found (Márquez, 2000), and in Centla Wetlands Biosphere Reserve 5 males per female were found (Márquez, 2002). Nowadays, 6 out of 10 tropical gars sold in public markets are small specimens of an average 550 grams, and 2 out of 3 weigh from 2 to 3 kilos and from 1 to 2 are large specimens from 4 to 6 kilos.

Fishery production of tropical gar in Tabasco is mainly supported by males and an estimated total of 700,000 tropical gars were captured in 1996.

Are tropical gars in danger of extinction?

No, but wild populations are being diminished by fishing pressure and diverse alterations to their natural habitat. Their conservation status is considered “deteriorated”, with a tendency to a gradual decrease of tropical gar populations in Tabasco.

Is it true that females are larger than males?

Yes, in this group of fish, females are heavier and longer than males after their third year of age. Due to an earlier sexual maturity in males, part of the nutrients in their food is used for reproduction, decreasing their growth in weight and size.

At what age do they reproduce for the first time?

Most tropical gar males reach sexual maturity in their first year of age and measure from 32.5 to 45.5 cm in length. Sexual maturity in females is reached in their second year of age measuring from 40 to 50 cm in total length (Márquez, 2002).

Can a female produce thousands of eggs?

Yes, a 3 kg female can produce anywhere from 25 000 to 30 000 in a single annual spawn (Márquez, 2000). The number of eggs increases when the female is of greater size (Hernández, 2002).

Is it true they only reproduce once a year?

Yes, they only reproduce once a year usually between the months of June and September (Reséndez and Salvadores, 1983). The highest frequency of spawning goes on in August in shallow parts of rivers, lagoons and flooded areas of Tabasco (Márquez, 2000).

Is it true they are carnivorous and aggressive?

Tropical gars are carnivorous fish, in the larval phase their first feeding consists of water fleas (small crustaceans), mosquito larvae, insects and small fish (Contreras and Márquez, 1989). Juveniles prefer feeding mainly on fish. Adult tropical gars take advantage of different feeds of animal origin available; they feed on water fleas, insects and fish (Márquez, 2002). Occasionally, they feed on meat from dead animals, being scavengers such as the Alligator gar *Atractosteus spatula* (Mendoza et al. 1999). They are not aggressive with people; humans are not part of their diet.

How long does a tropical gar live?

They can live between 20 and 40 years approximately, reach a total length of 150 cm and weigh up to 18 kg. It is possible that their life span increases in captivity due to the absence of natural predators.

Can they breathe air?

Yes, they take oxygen from air; local fishermen call it “piquear” when they see a quick movement on the water surface, a soft snap and a glimpse of a fish for a few seconds. Tropical gars have the ability to oxygenate their bodies by taking a gulp of air, which goes through a short duct which is connected to the swim bladder. The swim bladder is covered with tiny and countless blood vessels called capillaries (Figure 3). Red blood cells capture oxygen from the air taken in to convey it through the blood flow to all body tissues. They do not have lungs, but alternate branchial respiration by taking the oxygen they need from the air.

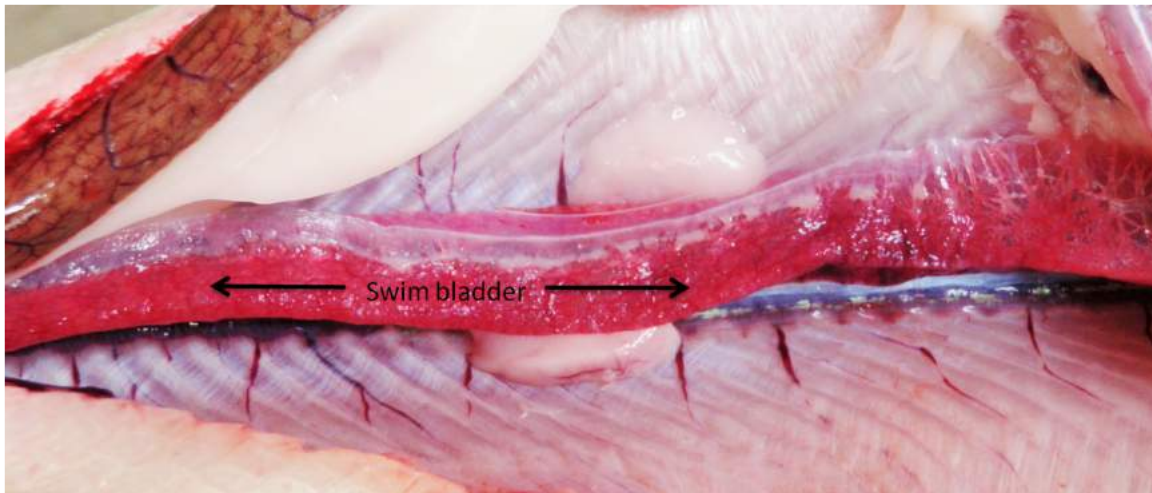


Figure 3. Tropical gar (*A. tropicus*) swim bladder with small blood vessels across the visceral cavity.

Are tropical gar eggs small?

No, the eggs are big and can be seen in plain sight when females are mature. A small 1.5 kg female produces 2.2 mm diameter eggs. Egg diameter increases when females are larger; medium 3.5 kg females produce 3.2 mm diameter eggs and large 6.5 kg females will produce 4.2 mm diameter eggs (Márquez, 2000; Hernández, 2002).

Is it true that tropical gar eggs are poisonous?

They are toxic to humans, lethal to domestic birds and there is no effect on fish feeding on them. It is known that there is a toxin in the eggs that can cause minor to severe intoxication to humans symptoms may include vomit and diarrhea. The degree of intoxication and medical attention required will depend on individual sensibility and the amount of eggs consumed.

What does a tropical gar look like?

It's a fish with an elongated cylindrical body, coloration is olive green on its dorso with black spots, light cream on its ventral surface and its whole body is covered with mucus (Figure 4)



Figure 4. Tropical gar (*A. tropicus*).

Its snout is elongated with strong canine teeth curved inwards (Figure 5).



Figure 5. Tropical gar female (*A. tropicus*) with rows of canine teeth.

Hard diamond shaped scales cover the entire body (Figure 6). Dorsal and anal fins are very close to the caudal fin making it very easy to identify this fish (Bussing, 2002).



Figure 6. Diamond shaped interlocking scales cover tropical gar's (*A. tropicus*) entire body.

TROPICAL GAR LIFE
CYCLE

CHAPTER II

TROPICAL GAR LIFE CYCLE

Tropical gar (*A. tropicus*) spawning takes place in sites with aquatic vegetation such as water lettuce, duckweed, and water hyacinth or in floodplains during the beginning of the rainy season, when rivers and lagoons invade nearby areas (Figure 7).

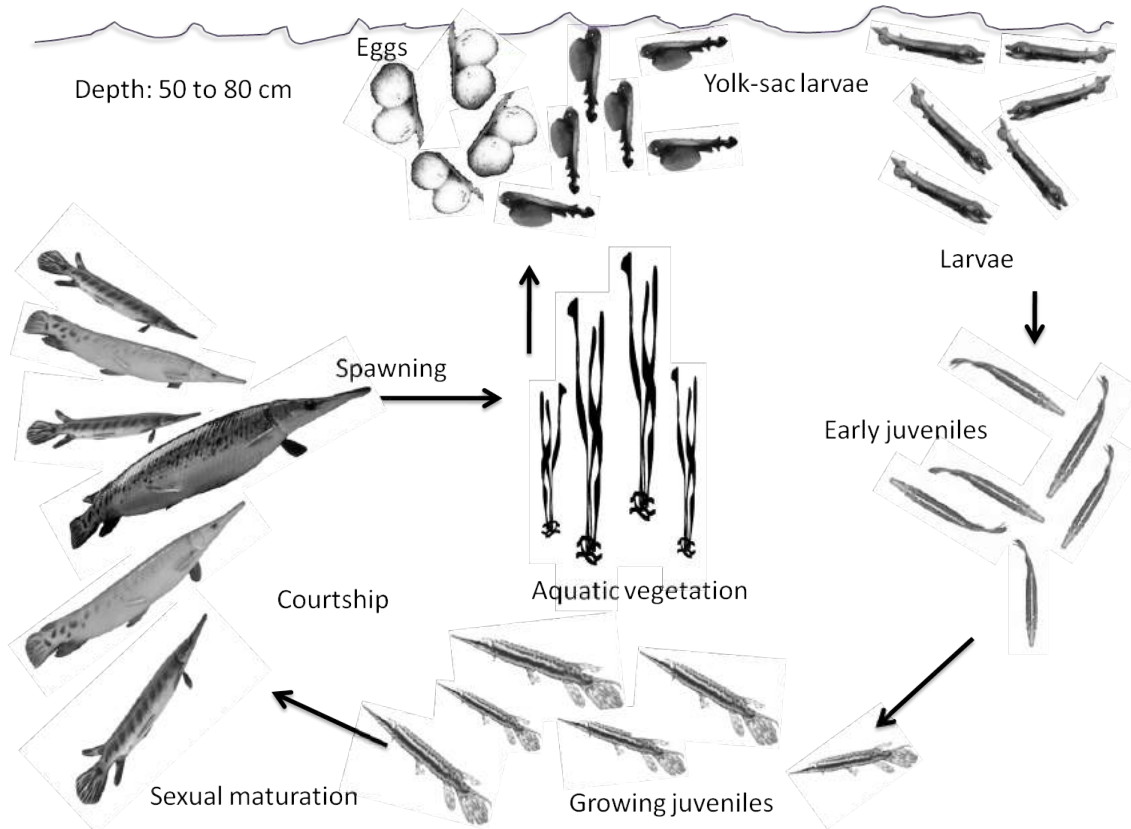


Figure 7. Tropical gar (*A. tropicus*) life cycle.

Males begin courtship by swimming near the female, lightly rubbing her abdomen and performing short and rapid chases; this activity goes on for several hours and stimulates the female to begin spawning. The female leads a group of 3 to 9 males which accompany her to the spawning site; they break way through the vegetation, and the female swims slowly choosing the place that will serve as a nest to her eggs. The moment she begins releasing her eggs she places herself to her side and shakes the lower part of her body, she spawns and the eggs are spread on the vegetation, at that precise moment the males release sperm to fertilize the eggs, with similar movements as the female. After a few minutes this conduct is repeated and goes on for several hours, depending on the size of the female (Figure 8).

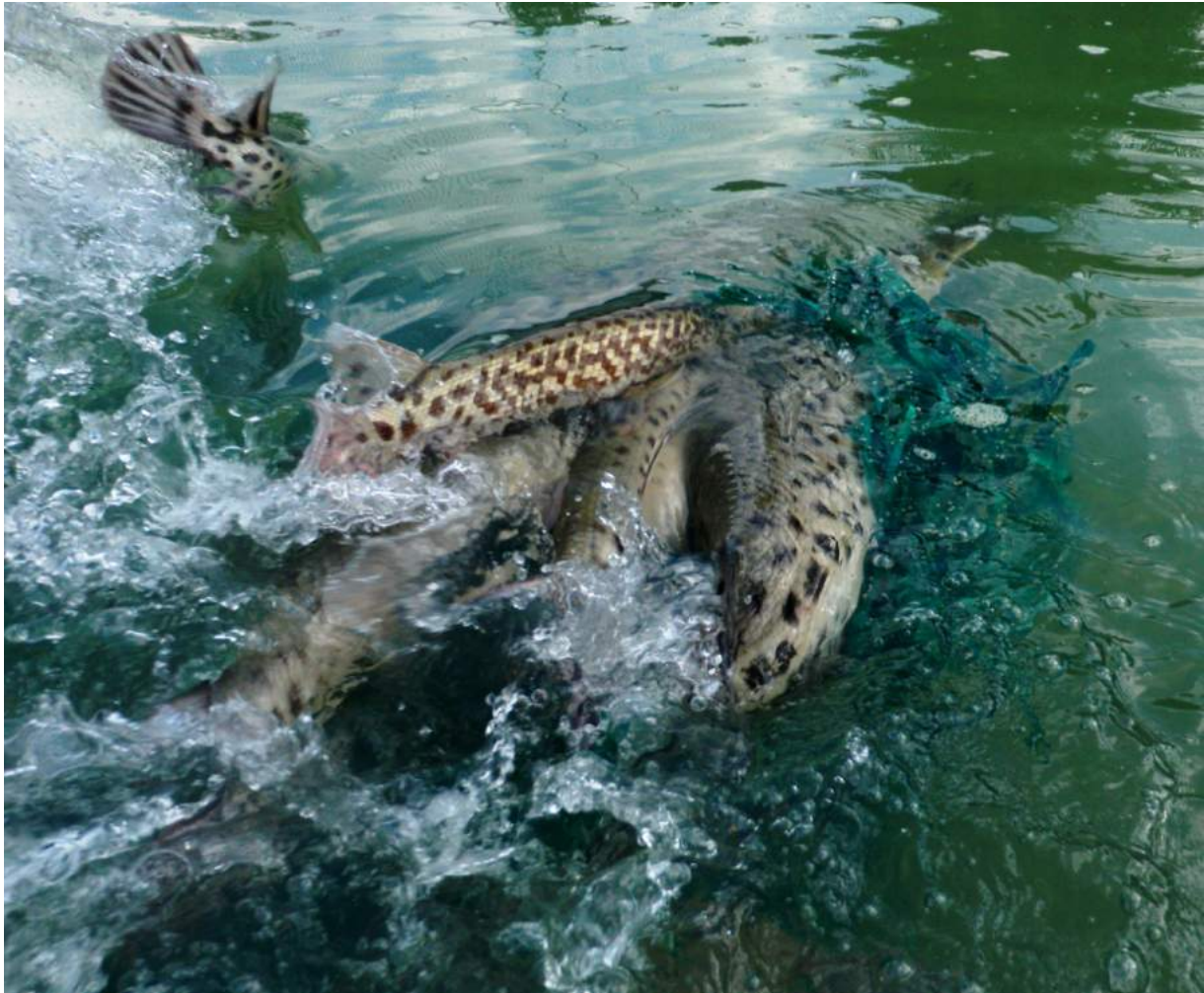


Figure 8. Spawning of a female and several males of tropical gar (*A. tropicus*) in captivity.

Stems, roots and leaves of any type of submerged, emerged or floating vegetation are used as nests for tropical gar spawning. The eggs have a light opaque olive green color with an adhesive substance which makes them attach to any object (Contreras and Alemán, 1986).

Embryo development (Figure 9) occurs during the next 48 to 72 hours after the egg has been fertilized, a clear larvae hatches with 7.5 mm length and with a yolk sac (yolk sac larvae or eleuthero-embryo). The yolk serves as food which helps it complete its growth and development in the following days. The larvae attaches to any surface with an adhesive disc located on the front of its head.

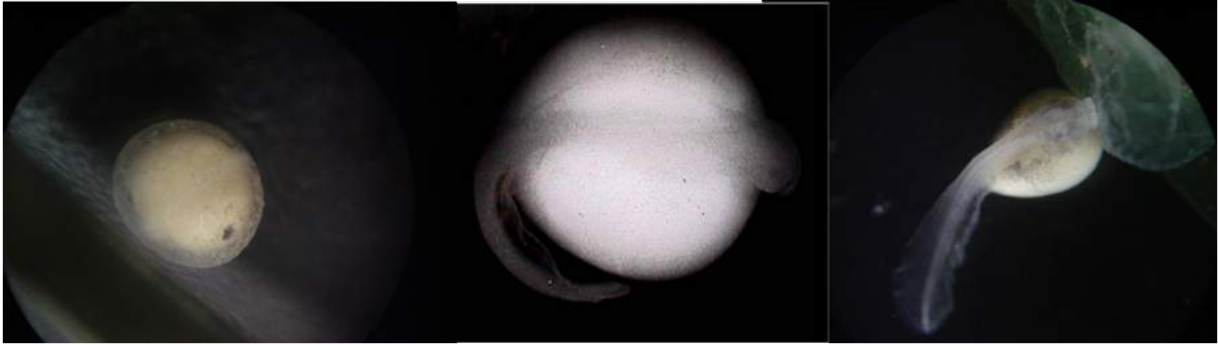


Figure 9. Fertilized egg, embryo on development and newly hatched tropical gar (*A. tropicus*) larvae attached to egg shell by adhesive disc.

Once out of the egg, the larvae begin their growth and development; on the following three days the eyes, mouth, fins, gills and skin are formed, as well as the black pigment that will serve as camouflage to go unnoticed through the vegetation (Figure 10). The adhesive disk disappears on the third day and free swim begins (Márquez et al. 2006).

On the first day they show a vertical position, then on the second day a horizontal position and on the third day when free swim begins, they fill up their swim bladder, exercise their mouth by opening and closing as a form of yawning, and an attack posture is observed; they arch their body and move forward, which is a signal that the moment of searching and capturing food is near. At this age the larvae can measure from 14 to 19 mm of total length.

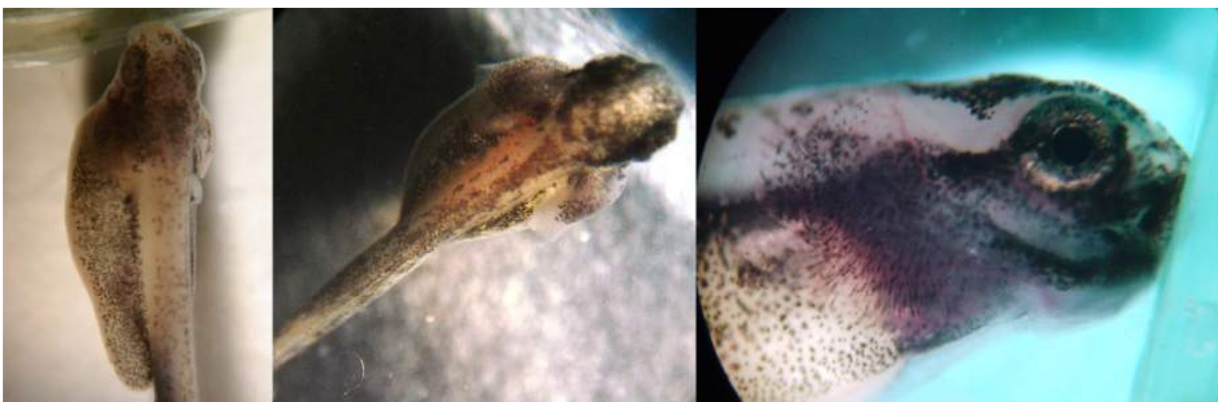


Figure 10. Tropical gar (*A. tropicus*) larvae two days post hatching.

Their natural food is water fleas (Cladocera) for the first few days, then they include mosquito and other insect larvae, until they can capture larger size prey such as fish fry, their ability to capture and swallow food makes them efficient carnivores and in a short period of time are able to feed on a diet similar to adult gars (Márquez and Contreras, 1988).

They become small juveniles 22 days post hatching (Figure 11).



Figure 11. Development from larvae to juvenile stage of tropical gar (*A. tropicus*).

Small juveniles show an elongated snout characteristic of this species, they measure from 28 to 45 mm of total length, pectoral, caudal, anal and dorsal fins are well defined, the last to develop are the pelvic fins on the abdominal region, the digestive tract is mature, with activity of digestive enzymes that facilitate digestion and food absorption (Márquez., et al 2006).

Cannibalism is present in their natural environment as well as in captivity (Márquez, 2000; Escobar, 2006), in both cases, larger sized tropical gars prey on smaller tropicalgars, controlling populations and growing faster that when feeding on other prey.

Tropical gar juveniles feed on any type of live food that swims near them, in a casual encounter between predator and prey; size and hunger determine if an attack takes place. This is on the stages where big fish eats small fish and the possibilities of aggression increase to obtain a portion of food or swallow it whole if the prey is small enough (Figure 12).



Figure 12. 2-month-old and 5-month-old juvenile Tropical gar (*A. tropicus*).

Juveniles continue their growth until they reach sexual maturity (Figure 13).



Figure 13. 9-month-old juvenile Tropical gar (*A. tropicus*).

During their first year of age, mature males are involved in spawning and show a pair of well developed, light white testes (Figure 14).

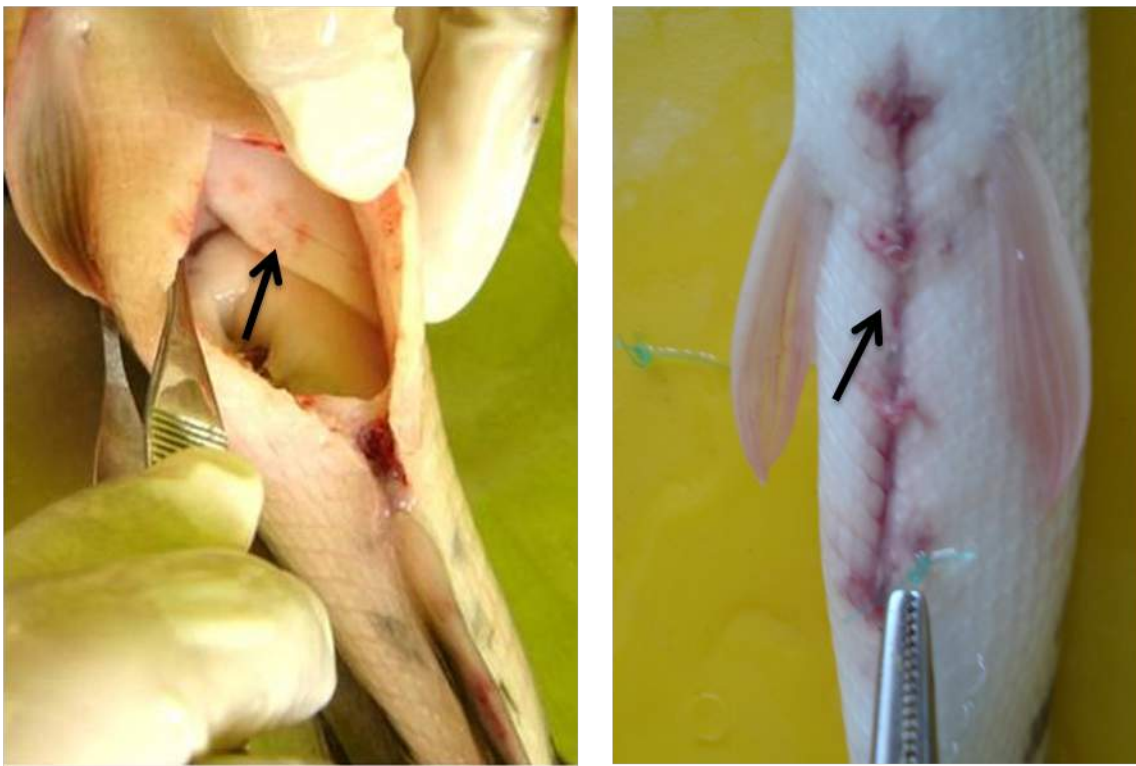


Figure 14. Surgery on a male tropical gar (*A. tropicus*), testes are mature at 12 months of age.

On their second year, females reach sexual maturity and spawn for the first time (Figure 15), participating on the annual spawning. The eggs turn olive green when they are mature. Life cycle closes when a new generation of tropical gars participate in spawning.

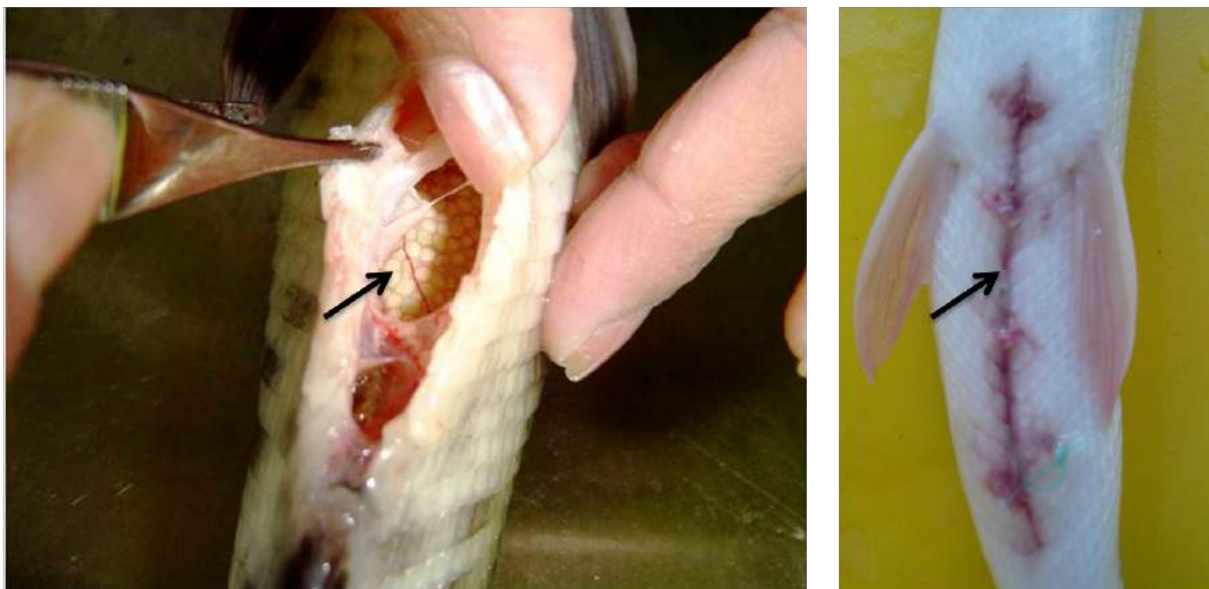


Figure 15. Surgery on a female tropical gar (*A. tropicus*), eggs in process of final maturation on her second year of age.

In a decade, scientific research which were crucial for the success of controlled breeding in captivity took place (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). Studies on nutritional requirements, feeding, density, enzymatic activity and strategies on larval, juvenile and adult feeding were also conducted (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). At the same time, experimental scale cultures also took place (Ramos et al. 2000; Márquez et al. 2004; López et al. 2005; Márquez et al. 2006; Álvarez et al. 2007a), and more recently a commercial pilot scale culture was achieved with positive results on

growth and survival (Márquez et al. 2010; Márquez 2011). This knowledge has been passed on to different municipalities of 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 (Fenix Ecopark) and Chiapas (Gómez, 2009). On an international level, to Costa Rica (Márquez et al. 2008b; Protti et al. 2010), Guatemala, Cuba and the United States of America.

SUSTAINABLE TROPICAL
AQUACULTURE

CHAPTER III

SUSTAINABLE TROPICAL AQUACULTURE

The main objective of sustainable tropical aquaculture is the production of food for human consumption using one or several native species, generating income with typical aquaculture products, traditional in local customs and practices. In addition, it promotes species and habitat preservation with restoration actions and environmental improvement.

Sustainable aquaculture of tropical gar *Atractosteus tropicus* is a productive activity with low impact on the environment, high yields per unit area, supports cultural conservation, ethnicity, and improves any empirical knowledge people have on natural resources.

Fisheries and aquaculture are different productive activities; fishery is done easily in any body of water to obtain a meal for a day. In aquaculture, it is required to have certain skills, techniques and knowledge that with time will make experts in culture. Both provide food to human rural and urban populations, they are simple activities to carry out with different environmental impacts.

The greatest abundance of tropical gar is found in the municipalities of Centla, Jonuta and Macuspana, which are part of Centla Wetlands Biosphere Reserve. These three municipalities provide 80% of the total annual capture quota of the past 30 years. These populations are now in a “deteriorated state”.

It is estimated that over the past 20 years, fisheries has been one of the major contributing factors in the reduction of tropical gar populations (Márquez, 2002) and in some places they have been removed or reduced without achieving recovery.

An example of this process of deterioration is the scarce capture quota reported for the municipalities of Centro, Nacajuca and Jalpa de Méndez, which occupied fourth place of fishery production in the 80's, they used to be the suppliers for the Pino Suárez public market in the state's capital.

TROPICAL GAR CULTURE

Tropical gar is an ideal fish for sustainable tropical aquaculture, it has rapid growth, lives well with low dissolved oxygen in water, tolerates high densities in all culture stages, it is carnivorous but adapts well to balanced feeds, can be cultured with other fish (polyculture) to reduce production costs, it is resistant to diseases due to the mucus that covers its body and hard scales, in captivity they reproduce from May to December; expanding the availability of fry, cannibalism occurs only during larval and fingerling rearing in low percentages, the meat is white and consistent, it is of high nutritional value for human consumption and they are marketed from 100 to 550 tons per year.

To begin culture it is necessary to purchase adult tropical gars in established farms or in a fishery cooperative society. It is important to request information about some aspects of its life cycle.

Before purchasing we should request to know their age, sexual maturity, breeding season, number of spawning, daily feeding, weight and total length of males and females, including an invoice to demonstrate legal origin of the fish.

Tropical gars must go through an external body check-up and show typical characteristics of the species, complete fins, no deformities, injuries or diseases (request health certificate).

It is recommended to purchase from three to five males for each female, males should weight from 0.550 to 1.5 kg with a length from 40 to 50 cm. Females should weight from 3 to 4 kg with a total length from 50 to 60 cm.

Quarantine

To prevent any possible parasites or diseases entry at our facilities it is recommended to isolate the tropical gars for 40 days (quarantine), and adapt them to handling in captivity.

Tropical gars are left in inanition for the first three to five days of quarantine, that way they will have an appetite and it will be easy to introduce medication in their diet if needed.

During quarantine they can be fed to satiation with fresh fish or in pieces every other day for three weeks. Uneaten food must be removed daily and a 50% of the water from the tank changed. Extruded floating feeds for carnivorous fish of 4.5 to 9.5 mm in diameter with 42% protein and 10% fat are good feeds for adult tropical gar nutrition.

For the quarantine, plastic, fiberglass or concrete circular tanks can be used with a diameter of 2 to 4 m and 80 to 100 cm depth (Figure 16). An advantage these tanks have is their low water volume, easy cleaning which allows total hygiene, long-lasting, resistance, and control on water and fish quality.



Figure 16. Circular concrete and fiberglass tanks of 2 m² for Tropical gar (*A. tropicus*) quarantine.

In a 2 m diameter and 80 cm depth tanks 15 kg of Tropical gars (two to four 4 kg females and ten to twenty 0.750 kg males) can be kept during quarantine.

Proper feeding will be part of the success; a combination of live feeds, fresh fish and artificial diets will ensure nutritional requirements of adults in captivity. The use of balanced feeds does not affect quality of broodstock, but it is recommended that five months before the programmed spawning date to feed them on a mixed diet of fish, whole or in pieces and a minimum part of balanced feeds.

It is important that tropical gars become accustomed to human presence, this will facilitate handling and maintenance activities; feeding, tank cleansing, weighing, measuring and sexing.

Any activity such as feeding, cleaning or handling tropical gars should be done slowly. Stress caused by rough or violent handling could be the cause of failure in captive breeding.

The adaptation and domestication process takes place throughout one year and comes to an end when they mature and breed in captivity.

Male and female selection

What qualities should males and females have to be used for breeding? Females should show a voluminous and elastic abdomen by the month of August (Figure 17), contrary to males which are slim and strong.



Figure 17. Mature 5kg female tropical gar (*A. tropicus*) adapted to captivity.

Three to 4 kg females are ideal for captive breeding. They are easily distinguished by the volume of the abdomen; their weight increases by the end of their gonadal development (Figure 18).



Figure 18. Tropical gar (*A. tropicus*) female with evident abdomen expansion due to gonadal maturity during natural breeding season (August).

Females are anesthetized to reduce stress and prevent accidental drops during handling to determine sex, weight and total length. Females are classified and separated according to their weight, size, abdomen volume, and exposition and color of genital papilla when anesthetized (Figure 19).



Figure 19. Anesthetized tropical gar (*A. tropicus*) female to determine weight, total length, abdomen volume and color of genital papilla.

Male selection is a similar process as females, each male must be anesthetized, weight and length are determined, with a gentle abdominal massage where the testes are located by pressing towards the genital papilla, and a light colored, slightly thick milt should pass through the pore (Figure 20). Ideal weight of males for breeding is 0.550 to 1.5 kg.



Figure 20. 0.550 kg Male tropical gar (*A. tropicus*) with milt in its testes.

Once females and males have been classified and separated for spawning, a large female is selected (from 5 to 7 kg) and from 3 to 9 males are chosen (from 1 to 1.5 kg). For a small female (from 2 to 3 kg) from 3 to 9 males of a lesser weight (0.550 to 0.750 kg) are chosen. They are placed in separate tanks until breeding begins.

For the next year, a stock of the best males can be selected to breed with the best females increasing spawning and larvae quality.

If handling, feeding and selection standards are met, females will have complete spawning, males will perform courtship stimulating the female during spawning, the majority of eggs will be fertilized, healthy and active larvae will be harvested in the amount estimated for the size of the female. Females and males have a 10-year productive life in captivity producing thousands of offspring.

Tank and nest preparation and water quality

For the production of juveniles in a commercial pilot scale, rectangular 40 m² and 6m² in diameter circular tanks are ideal, in these tanks, reproduction of several females of similar weight and size can be achieved. For example, five 3 kg females and fifteen 0.750 kg males can be spawned if the desired production is of 120,000 to 150,000 tropical gar larvae (figure 21).



Figure 21. Tanks for the production of tropical gar (*A. tropicus*) juveniles in a commercial pilot scale in Rural Society Fish Farm Otot-Ibam in Comalcalco, Tabasco.

Circular plastic or fiber-glass tanks of 2 to 4 m in diameter and 80 cm depth may also be used (Figure 22).



Figure 22. Plastic tanks of 2 m in diameter and 80 cm of depth with an air driven filter in Universidad Nacional, Campus Heredia, Costa Rica.

The choice of using vegetation as nests is up to the aquaculturist, for example; for alligator gar (*Atractosteus spatula*) *Casuarina* branches are used Aquaculture Station of Tancol in Tamaulipas.

For Cuban gar (*Atractosteus tristoechus*) palm branches are used at Aquaculture Station of Los Patos in Zapata, Cuba.

In Tabasco, natural spawns have been found in star grass, water hyacinth roots, and water lettuce roots and on small floating plants such as duckweed.

Spontaneous spawning simulating natural conditions

Refers to achieving reproduction simulating natural conditions; usually taking place in August, when wild tropicalgars are mature and waiting for the moment to spawn in rivers, lagoons and floodplains of Tabasco.

Tropicalgars are kept in one tank with 1 m of water depth at all times, they remain outdoors and are sensible to daily light and temperature variations. A 20% water change is done every day and feeding consists of fresh fish, whole or in pieces or live fish to satiation, this diet must be followed five months prior to the month of August.

A rectangular 4x8x1 m is ideal for this type of spawning. Nests can be made with tufts of grass anchored to the bottom simulating a flooded plain with this vegetation. Water depth must be from 60 to 80 cm.

With a tank this size, three 3 to 4 kg females and nine 0.750 kg males can be placed. They are set in the morning and 24 to 72 hours later a spontaneous spawn should occur with an estimated production of 25,000 to 90,000 eggs, depending on how many females spawn. Females are likely to spawn at different moments which results in differences in age, length and weight of the larvae (Figure 23).



Figure 23. The use of grass for tropical gar (*A. tropicus*) spawning in captivity.

One day after spawning tropical gars are captured using a spoon net with a long handle, and are placed in a tank until next breeding season.

Incubation and embryonic development takes course in the same tank where spawning took place (Figure 24) and will require an aeration system to supply oxygen to the water.



Figure 24. Incubation and embryonic development of tropical gars (*A. tropicus*) adhered to grass.

The tank must be covered with an anti-predator net; some examples of carnivores that prey on tropical gar larvae or juveniles are birds, bats, dragonfly nymphs, fishing spiders and water bugs.

This spawning technique has a low cost, but its success depends on different factors, such as feeding regime and caring of the adult tropical gars several months prior to breeding as well as stimulation and courtship behavior of the males to achieve spawning.

Spawning using LHRH-a hormone

This technique requires several activities; preparing tanks, making plastic raffia string tufts, preparing hormone, selecting females and determining weight, preparing a fish anesthetic and selecting males.

The tank must be clean and dry before placing the artificial nests, it is very important to use clear water that covers the ends of the strings to avoid loss of eggs. Unfertilized eggs become infected with fungi and serve as substrate to bacteria decreasing water quality.

To simulate vegetation, tufts of string are tied together which are then tied to tubes that are placed on the bottom of the tank leaving spaces in between tubes (Figure 25).

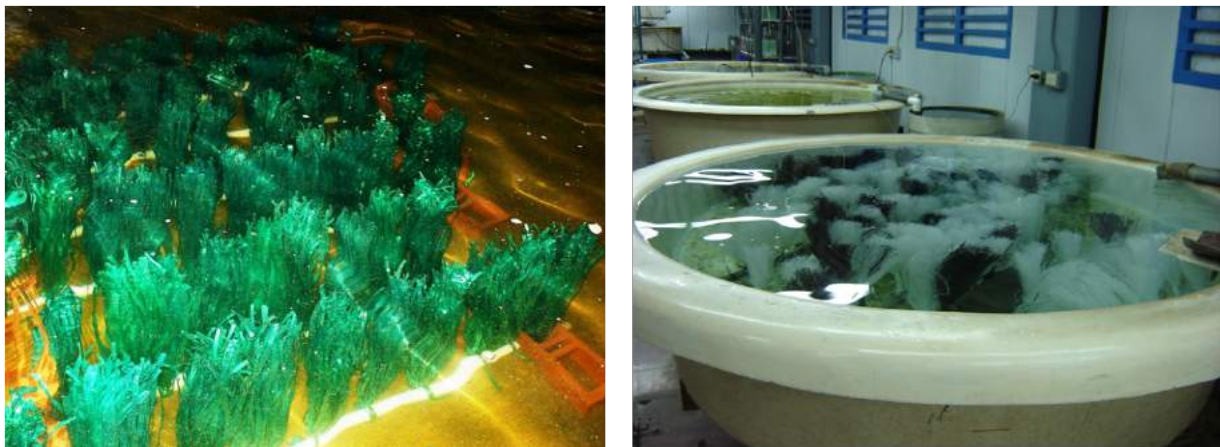


Figure 25. Artificial nests used for tropical gar (*A. tropicus*) spawning.

The color of the string has no influence on tropical gar breeding, green, white, black and orange string have been used in captivity (Figure 26).



Figure 26. Tropicalgar (*A. tropicus*) spawning in white, green and black string.

Tropical gar can be anesthetized with veterinary use products (prilocaine 2%), human use (Lidocaine, procaine, and clove oil) or specific fish anesthetic such as Tricaine methanesulfonate or MS222, benzocaine, quinaldine). The procedure is relatively simple and anesthetizes tropical gars allowing handling for weighing, measuring, marking, checking genital papilla or applying injection of LHRH-a, reducing stress (Figure 27).

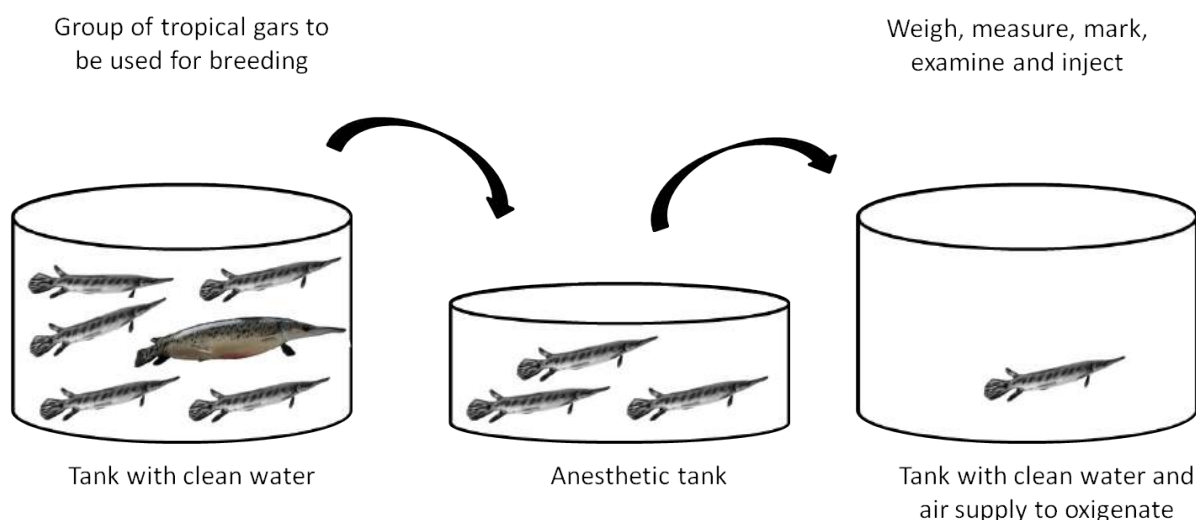


Figure 27. Anesthetization and hormone application on tropical gar (*A. tropicus*).

Tropical gars go through three phases during anesthesia; I they shake and lose equilibrium, II they remain still with just operculum movement, and III oral cavity expands, they roll belly up with no operculum movement (Figure 28).



Figure 28a. Phase I of anesthetization of tropical gar (*A. tropicus*).



Figure 28b. Phase III of anesthetization of tropical gar (*A. tropicus*).

When tropical gars are on phase III we can weight them using a scale, measure them with a ruler (Figure 29), mark them with external plastic marks or ID chips, check them, inject them or perform surgery. Using anesthesia decreases stress before spawning.



Figure 29. Weight and length determination of tropical gar (*A. tropicus*).

Tropical gar under anesthesia (phase III) have relaxed muscles and sphincters, it is simple to check genital papilla and extract egg samples from gonads with a gentle abdominal massage with slight pressure towards the genital pore (Figure 30).

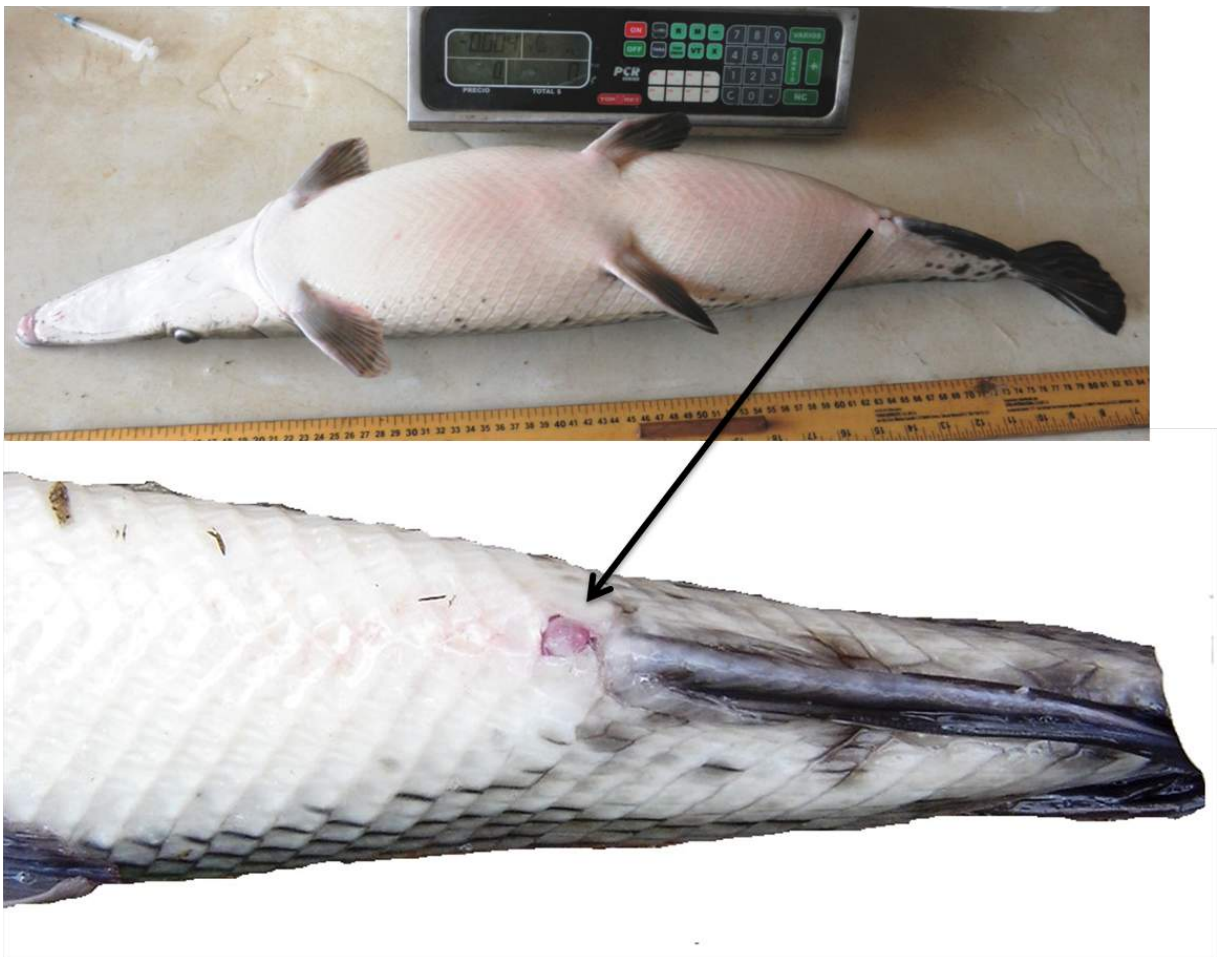


Figure 30. Mature female tropical gar (*A. tropicus*) with exposed reddish papilla, prior to spawning.

Once all procedures are finished the fish are moved to the recovery tank and when necessary they are held close to the surface until they can swim away (Figure 31). This may take a few minutes and allows you to identify each one of the gars used in the spawning.



Figure 31. Recovery after anesthesia phase III in tropical gar (*A. tropicus*).

Clove oil works well as an anesthetic for fish, it is cheap and easy to get. To prepare an anesthetic solution 1 ml of clove oil must be dissolved in 10 ml of ethylic alcohol, and then 10 liters of clear clean water must be added. When fish are immersed in this solution for about 1 to 2 minutes they will go into phase III of anesthesia, recovery time is similar as when using other anesthetics if clean water with added oxygen or aeration is used.

Hormone dose is calculated by the weight of the female and a single dose is applied in a range of 0.35 to 0.45 μg per kilogram (0.35 to 0.45 $\mu\text{g}/\text{kg}$ female fish body weight) (Hernández, 2002). A 3 kg female will need 1.05 ml of LHRH-a solution. Spawning

response time is 12 to 18 hours and may last from 4 to 8 hours. Six to 8 kg females will have a longer response time than 2 to 3 kg females.

The injection is prepared at the time of its administration diluting 1 µg of LHRH-a in the bottle with 10 ml of injectable solution, a sterile 1 to 3 ml syringe is used for the application.

The hormone is administered at the base of the pelvic fin, through the abdominal cavity close to the ovaries; it may also be administered on the dorsal side in the muscle tissue (Figure 32).



Figure 32. Administration of LHRH-a hormone at the base of the pelvic fin in tropical gar (*A. tropicus*) and on the dorsal side of a Cuban gar (*Atractosteus tristoechus*).

One day after spawning, tropical gars are captured and females are observed to confirm a complete spawn. A female with a complete spawn is recognized because of her flaccid and empty abdomen, and she loses about 300 to 1500 grams of body weight, in the nests the light colored fertilized eggs are very abundant.

In the case of males, their abdomen also seems empty and they lose from 40 to 100 grams of body weight.

Males are mature before breeding season and do not require hormonal stimulation. If proof for spawning readiness is necessary they can be anesthetized and with a gentle massage with pressure towards the genital pore a milt sample can be obtained for analysis under the microscope (Figure 33).



Figure 33. Extraction of milt sample of a tropical gar (*A. tropicus*).

Egg incubation

Egg incubation is a short phase, during the following two days embryos develop nourishing from the yolk sac. Incubation can go on in the same tank where spawning took place. Ideal incubation temperature is from 28-30°C. During the following 36 to 48 hours the first larvae will hatch.

During this phase they are very vulnerable to fungi or predators, eggs are toxic to birds but not to other fish or insects. Spawning should be protected with an anti-predator net from dragonflies; their nymphs are voracious aquatic predators and can result in significant loss in incubation and larval rearing tanks. Water bugs and fishing spiders are other natural predators to larvae and juvenile tropical gar.

Larval rearing or larviculture

During this stage tropical gar larvae grow very quickly beginning with a total weight of 0.032 gr. and with a total length of 17 to 19 mm. They are still using nutrients from their yolk sac and will soon need to feed on live or inert diets to continue their growth and development.

For feeding in captivity several different diets can be offered; *Artemia* nauplii, water fleas, frozen *Artemia* biomass and balanced feeds. Providing a combination of these diets in the first five days of larval feeding favors weaning onto balanced feeds and high survival rates (84%) during the first 30 days (Figure 34).

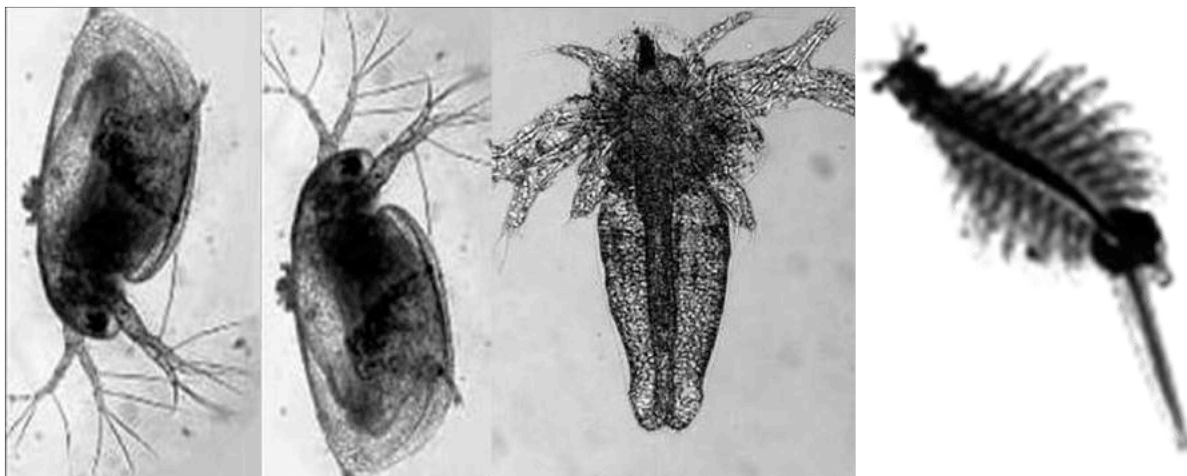


Figure 34. Water fleas, nauplii and adult *Artemia* used in tropical gar (*A. tropicus*) larval feeding.

Water fleas and *Artemia* can be mass produced in months prior to spawning, they can be harvested and frozen until used during larviculture as main feed or combined with balanced feed.

Feeds must be offered four times per day rationing portions from 8 am to 8 pm. Tanks must be cleaned 2 or 4 times daily, uneaten food and feces must be removed to prevent bacteria and fungi associated diseases.

Larvae with erratic swimming, below average size, inflated swim bladder, one or no eyes, and very dark pigmented are easily noticed from healthy larvae (Figure 35). Most of the larvae with abnormalities do not survive because they are unable to eat or because they become easy prey and this may trigger cannibalism during the first 10 days of larviculture. It is important to remove them from the rearing tanks during the first week.

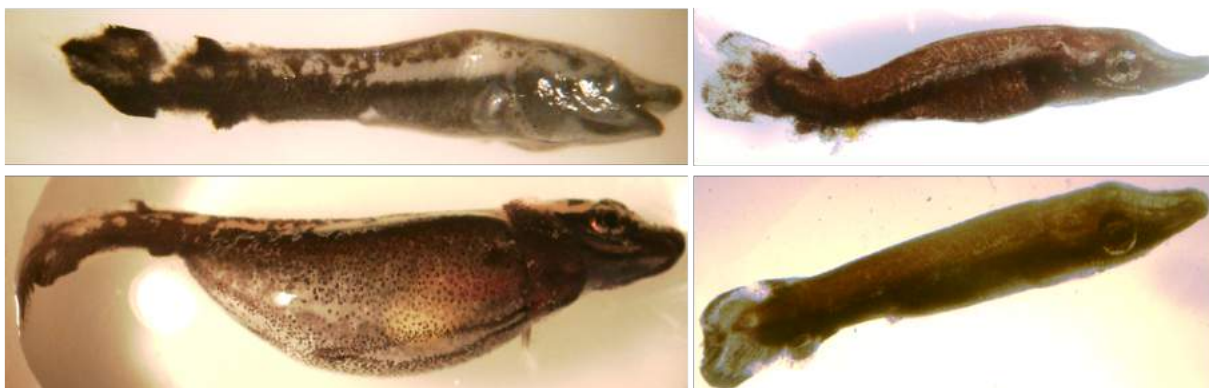


Figure 35. Tropical gar (*A. tropicus*) larva with different abnormalities; blindness, deformed vertebral column; swim bladder inflation and short caudal fin.

During the following days the snout elongates and canine teeth appear which are necessary for capturing prey (Figure 36).



Figure 36. Tropical gar (*A. tropicus*) snout development.

A feeding routine is very important; larvae adapt to a schedule and can be very hungry in the morning after 12 hours of inaction. This stage lasts 15 days, by the end, larvae will be eating artificial feeds.

Harvest is done when larvae begin to swim freely in the tank (Figure 37). They are collected with rigid mesh spoon nets to prevent harming them. All of them are collected and placed in tanks with 70 to 2000 liters of water (Figure 38).



Figure 37. Tropical gar (*A. tropicus*) larvae harvest once they begin to swim freely.



Figure 38. 70 and 2000 liter tanks used in larval rearing of tropical gar (*A. tropicus*), both with water recirculation.

A stocking density of 10 larvae per liter is recommended feeding them the first 15 days with a combination of live and inert feeds. Larval rearing is done at high densities because this species allows it, contrary to other carnivorous fish, where recommended stocking density is of 1 larva per liter. A tank system with water recirculation and biological filtration can be used to maintain water quality.

Larvae from large females (6 Kg and over) can be initiated with frozen *Artemia* biomass (Figure 39) providing from 3 to 4 servings per day.



Figure 39. Frozen *Artemia* biomass offered as food for 20-day-old tropical gar (*A. tropicus*).

Subsequently, frozen *Artemia* biomass is combined with balanced feed for 15 more days (Figure 40).



Figure 40. Small 25-day-old tropical gar juveniles (*A. tropicus*) ingesting balanced feeds.

Larvae rearing into early juveniles is concluded in 30 days, at this point young tropical gars measure 6 cm of total length and weight from 0.6 to 0.7 gr. Some of them grow up to 12 cm and weigh from 6 to 8 gr. In both cases, they are well adapted to balanced feeds, and now it is necessary to classify them by size (total length) to have homogeneous groups on the next the rearing phase (Figure 41).



Figure 41. Classification of early tropical gar juveniles (*A. tropicus*).

For larval rearing, trout fry feed I and II can be used, which contains 52% protein and 16% fat, pellet size is adequate to begin weaning them into balanced feeds, keeping in mind that they are carnivores since first feeding.

Fingerling rearing

Fingerling rearing takes 3 months, the first phase is called fingerling rearing I and lasts from 30 to 40 days, the second phase fingerling rearing II lasts from 50 to 60 days. During fingerling rearing the fish show a daily growth from 1.3 to 2.2 mm with a weight gain of 0.88 to 1.3 gr per day.

Fingerling rearing is done in high densities, in phase I, 150 fingerlings per square meter can be stocked and are kept in this density for 30 to 40 days, at the end of this phase fingerlings weight from 10 to 24 gr with a total length of 14 to 18 cm (Figure 42).



Figure 42. At the end of fingerling rearing I tropical gar (*A. tropicus*) juveniles weigh from 10 to 24 gr.

Juveniles still show the first radia on caudal fin which is elongated and projected outwards, shows constant movement and is separated from the caudal fin, this is their last link to larval stage.

Fingerling rearing II consists on the growth continuation of juveniles from 10 to 20 gr until they reach 100 gr of total body weight (Figure 43). This is achieved within the following 60 days, density must to be changed to 25 tropical gar per square meter.



Figure 43. Juvenile tropical gar (*A. tropicus*) of 25 cm and 100 gr of body weight.

The strategy in fingerling rearing is to reduce stocking density, from 150 larvae per square meter to 25 juveniles per square meter on the second phase of rearing. This way, vital space is adjusted which favors tropical gar growth. Fingerling rearing is the second phase of most growth both in body weight and length of tropical gar.

During fingerling rearing 7% of total body biomass of feed is supplied, this amount of feed is divided into 4 portions and it is offered on an established schedule to keep a work routine and develop feeding behavior for the juvenile tropical gar at fixed times.

Extruded floating trout feeds with 45% protein and 16% fat are used. Pellet size is 1.5 mm in fingerling rearing I and it is changed to 2.5 mm during fingerling rearing II.

Growout

Growout of tropical gar consists of growing 100 to 120 gram juveniles until they reach 42 cm of total length and a weight of 550 gr, considered as first commercial size, this phase lasts from 5 to 6 months (Figure 44).



Figure 44. Tanks for tropical gar growout (*A. tropicus*) with balanced feeds in Oto-Ibam Fish Farm, Comalcalco, Tabasco.

Growout feeds used contain 32% protein and 10% fat extruded floating for trout, with a size of 3.5 to 4.5 mm. Daily ration is of 3% body weight and is divided into 2 or 3 servings.

When tropical gar growout is done in concrete tanks feed conversion ratio (FCR) is 1.9 which means that to produce 1 kilo of tropical gar 1.9 kilos of feed will be used. FCR is reduced to 0.9 when tropical gar growout is done in polyculture with other native fish (Figure 45).



Figure 45. Tropical gar (*A. tropicus*) growout in earthen ponds in Otot-Ibam Fish Farm, Comalcalco, Tabasco.

Small cichlids, shortfin mollies, sleepers, sardines and mayan cichlids, are some natural prey of tropical gar in its natural environment (Figure 46). Polyculture with these fish and tropical gar can be done in earthen ponds taking advantage of live feeds and balanced feeds for the growout phase.



Figure 46. Native fish that serve as food for tropical gar (*A. tropicus*) during growout at Otot-Ibam fish farm, Comalcalco, Tabasco.

Harvest takes place when the majority have reached commercial size (weight and length) they must be classified to determine production volume, price, average weight and length and general aspect of the product (figure 47).



Figure 47: Classification of tropical gar (*A. tropicus*) to be sold as fresh fish.

Tropical gar can be kept alive in tanks to be seen by the public, no air supply equipment is needed and costumers can always purchase fresh fish for consumption.

Cannibalism

Cannibalism results when techniques and recommendations on tropical gar culture are altered; it causes 2.2% mortality on a commercial pilot scale.

To decrease the possibility of cannibal or aggressive tropical gars, some activities must be performed from larval rearing. The first step is to remove larvae with any type of abnormality; erratic swimming, different color or size, etc. If abnormal larvae are left on the tanks attacks can occur leading to cannibalism and severe injuries (Figure 48).



Figure 48. Juvenile tropical gar (*A. tropicus*) recovering from severe injury in the caudal region caused by repeated attacks.

The second activity consists in establishing feeding routines using feeds with high nutritional value, supplied in recommended quantities and frequencies.

The third step the classification of tropical gar based on size (length) in every phase of the culture.

The universal law says big fish eats little fish and tropical gar makes this law evident when they feed on their own species if a smaller one is found (Figure 49).



Figure 49. Cannibalism among tropical gar (*A. tropicus*) caused by difference in size.

Some of the causes of cannibalism during larval and fingerling rearing are the following:

1. Larvae from different size females were placed together.
2. Larvae are not receiving enough food, feeding routines and frequencies are not being followed and larvae are being supplied with feeds several hours after the established schedule.
3. People in charge of feeding are not distributing the feeds around the tank. Food consumption and water quality are not being checked.
4. There are large, medium, small, abnormal and malnourished specimens, all placed together in one tank.
5. Abnormal or malnourished larvae with erratic swimming attract attention of normal, healthy larvae and are seen as food, as a consequence these larvae are attacked and possibly ingested.
6. Feed diameter is larger than mouth size therefore larvae are not able to ingest it.
7. Feed quality is poor, larvae are not feeding on it and constant aggression is observed in all of the tanks.

Tropical gar are not natural born cannibals, they feed on their own species when no other food or prey is available. When tropical gar feed on tropical gar they grow faster than with any other food. In natural spawning sites cannibalism is present and it is possibly a strategy for fast growth to be able to escape from predators.

Abnormalities

Rearing of abnormal tropical gar in captivity is done for the first time. In their natural environment it would be unlikely to be able to see an abnormal wild tropical gar. Their chances of growing in lagoons or rivers are null, they would be eliminated by natural selection (fish, birds, reptiles, bats, insects, fishing spiders, to mention some of their predators)

In captivity the abnormality percentage is low, out of every 100,000 larvae only a 0.2% have some type of abnormality. Broodstock must always be healthy and must show all typical characteristics of the species.

The abnormalities observed so far are:

- Blind or partially blind, one or both eyes missing, with erratic swimming and swirling and excessive black pigment (hypermelanosis). They are unable to mimic their environment (Figure 50).
- Mandible deformities, cross-bite (Figure 51).
- Snout twisted to the right (Figure 54).
- Snout twisted to the left (Figure 54).
- Short maxilla (spoon mandible) (Figure 54).
- Downward snout (Figure 51).
- Triangle-shaped snout (Figure 54).
- Deformed, incomplete or missing fins (Figure 52).
- Deformed caudal peduncle (Figure 52).
- Two headed (Figure 53).
- Lordosis or curved spine (Figure 55).
- Albinism (Figure 50).
- Combination of abnormalities.
- Inflated swim bladder in larvae.

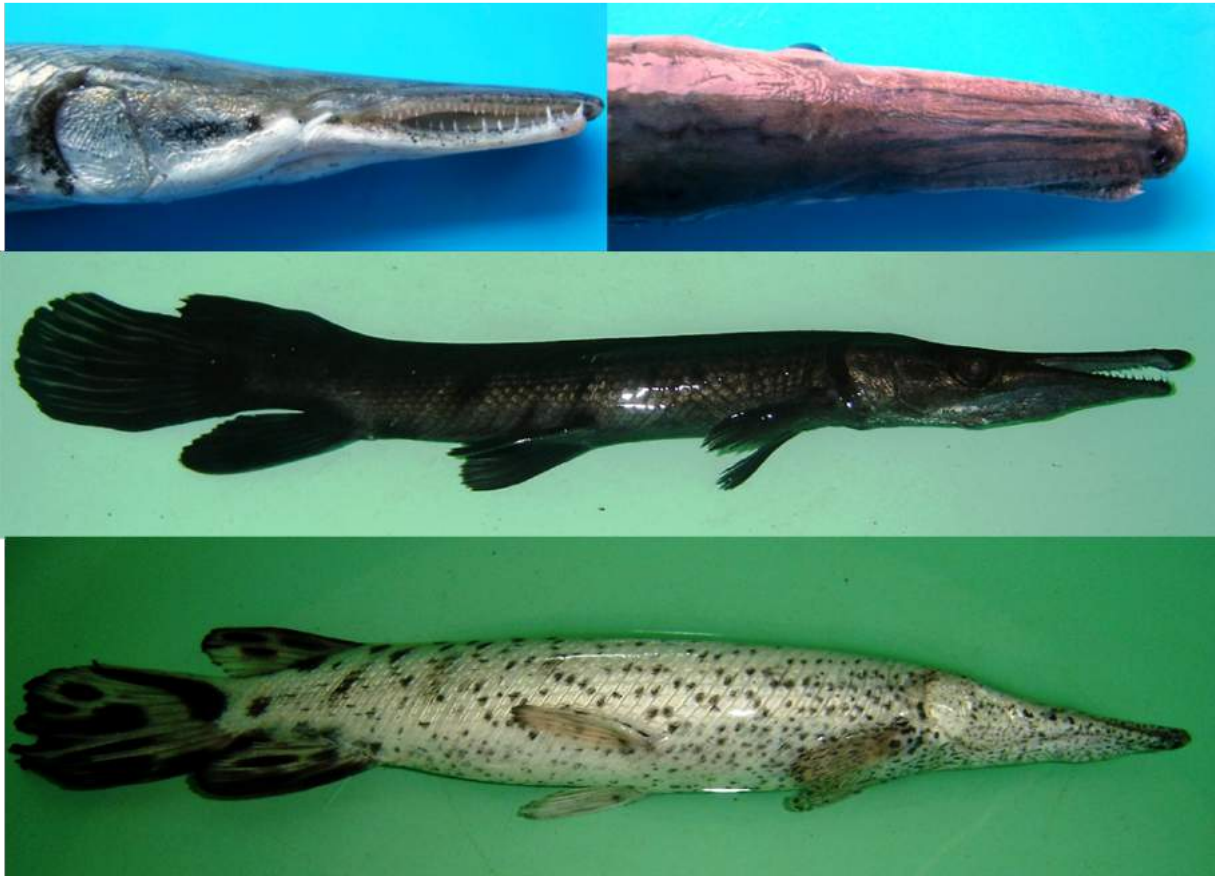


Figure 50. Juvenile tropical gar (*A. tropicus*) with eyes missing, extreme case of black pigment associated to blindness and extreme case with one eye missing and albinism of genetic origin.



Figure 51. Tropical gar (*A. tropicus*) juveniles with crossed-bite, downward snout, with no maxilla and a normal specimen for comparison.

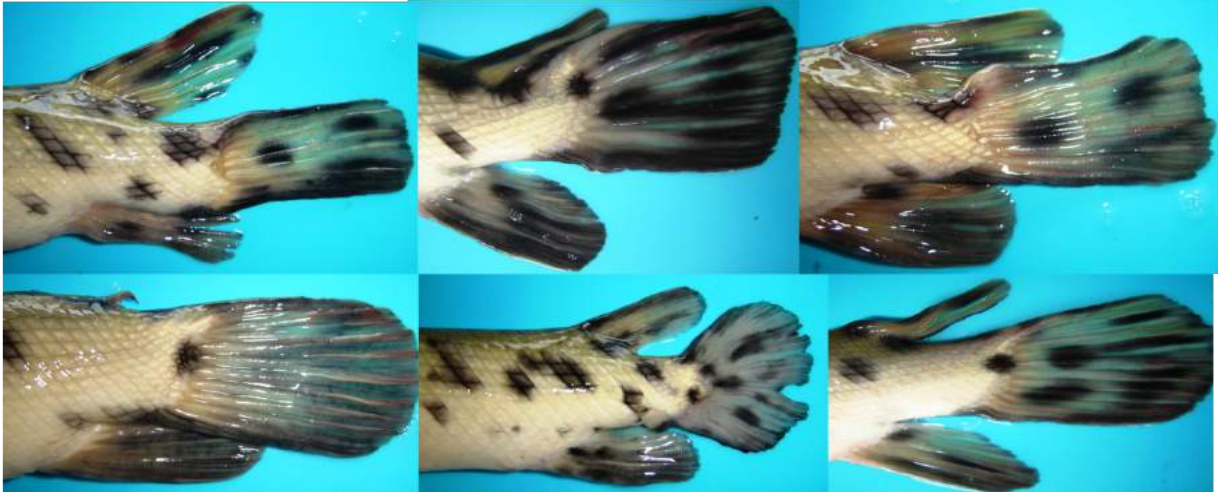


Figure 52. Abnormalities of peduncle and dorsal, anal, and caudal fins of tropical gar (*A. tropicus*).



Figure 53. Two headed tropical gar (*A. tropicus*) larvae.



Figure 54. Snout twisted to the right, to the left, triangle-shaped snout and short maxilla (spoon mandible) of tropical gar (*A. tropicus*).



Figure 55. Tropical gar (*A. tropicus*) fingerlings with lordosis or curved spine.

Some of the tropical gars with abnormalities are able to grow into adults in captivity.

Diseases and treatment

Wild tropical gar may carry fish lice (*Argulus mehani*) on their body surface. This parasite has the ability to move into the mouth cavity, branchia, in between fins and skinfolds. There are other parasites that need to be eliminated or reduced in number, such as nematods (Chávez et al. 1989), cestodes (Reséndez y Salvadores, 1983) and small copepods and trematodes.

In the quarantine area hygiene and water quality must be assured. Light colored tanks such as blue, green or grey allow supervision in quarantine process. There is no scientific evidence regarding stress on this species due to a specific color.

Water is changed according to live biomass per cubic meter of water, three females and nine males (15 kilos of live biomass) may be kept in quarantine in a 1,500 liter tank, with a 50% daily water change or total water change every other day. The key is to avoid conditions for microalgae growth, which serve as food for parasite larvae. Daily hygiene will facilitate the elimination of unwanted organisms in our facilities and reduce medication costs.

It is recommended that quarantine tanks be made of material that can be painted, lime washed, scrubbed and exposed to sunlight and chlorine solutions. It is also recommended that tank interiors be smooth for easy cleaning and prevent fouling of organic material, algae and parasites.

Most life cycles of tropical gar parasites are broken in tanks with clean, clear water.

Cestodes (tapeworms) are easily detected in quarantine tanks, small white ribbons a few centimeters long appear in the tanks. To eliminate them, medication must be encapsulated in the feeds. Fresh fish can be used, the medication can be introduced in the gut or in the muscle tissue and then offer it as food to the tropical gar. Another option is to wait until weaning into inert feeds is completed; then initiate parasites medication at the same time balanced feeds are offered.

At this point live feeds are supplied (small and medium fish) and are gradually weaned into mixed diets; a portion of live fish and a portion of fresh fish (inert diet). Food is offered to satiation every day, it is possible that newly captured tropical gars refuse to eat the days after capture, but one must be patient and consistent in facilitating acclimation, hunger will finish the job.

Baytril and 3 Sulpha are broad spectrum veterinary use medications used to treat gram-positive and gram-negative bacteria as well as fungi. 1 ml of the medication is used in 1 cubic meter of water for three days. Water is changed daily. It is recommended to use one medication at a time, if the problem persists after the 3-day treatment. Change medication and begin treatment to complete 6 days.

Chlorine as a disinfectant- It is used to disinfect routine-use materials, trays, nets, hoses at low concentrations. It is common to use 1 ml of chlorine for every 10 liters of water, after disinfection all materials are rinsed with clean water, left to dry and stored for later use.

Sanitary footbaths are used with the same chlorine concentration that should be changed daily.

Lime wash for treating concrete tanks- Tanks are scrubbed to eliminate algae and fouling organic material and are left to sun dry. A saturated solution of lime in 20 liters of water is used to apply to walls and floor of concrete tanks, it is left to sun dry and 24 hours later it is rinsed. The tank is filled with water and it is ready to welcome your tropical gars.

CONSERVATION
STRATEGIES FOR
TROPICAL GAR IN
TABASCO

CHAPTER IV

CONSERVATION STRATEGIES FOR TROPICAL GAR IN TABASCO

Continental waters occupy a surface of 73, 027.3 ha, from which 484 are permanent lagoons (Rodríguez, 2002). Wild tropical gar populations prefer rivers, lagoons, wetlands or swamps with abundant aquatic vegetation; water hyacinth, grass, bulrush and alligator flag. They share habitat with otters, raccoons, opossums, manatees, different species of herons, wild ducks, kingfishers, crocodiles, different species of fresh water turtles, fish such as; sardines, sleepers, tarpons, different native cichlids and shortfin mollies, snails, and a wide variety of aquatic insects; backswimmers, water beetles, pond skaters and dragon fly nymphs. Leeches and fishing spiders can also be found.

In this environment larger animals feed on smaller ones and the possibilities of reaching adult stages are reduced since most of these species are vulnerable to predation during embryonic or larval development by any of the animal species that inhabit the wetlands either permanently or temporarily.

Abundant dry vegetation or with some degree of decay are commonly found in these sites, when floods arrive they favor nutrient supply and detritus; then trigger massive growth of small crustacean populations (water fleas) and several groups of aquatic and flying insects with aquatic larval stages. The diversity of aquatic flora and fauna contribute significantly to swamp richness and tropical gar growth is supported by this variety of life forms, if ecosystem conservation were a reality, tropical gar and its habitat would be guaranteed to keep existing in nature.

Aquatic ecosystem conservation would allow all different interactions between species to maintain a long term balance, assuring genetic variability of populations and adaptation to habitat alteration with diminished and imperceptible effects due to the territory they inhabit, achieving natural recovery and adaptation to changes in a relatively short period of time.

Tropical Gar Conservation in Tabasco Ecosystems

In Natural Protected Areas (NPAs) of Tabasco, strategies for the conservation of native fish on an ecosystem level can be applied, mainly in Centla Wetlands Biosphere Reserve with the largest land area of 302,706 ha. In Reserves and Municipal Ecologic Parks there are conditions for conservation purposes such as Ilusiones Lagoon with 198.4 ha, Yumká Park with 2,009.8 ha, La Lima Lagoon with 2 ha and Camarón Lagoon with 34.9 ha. There are also non-protected urban lagoons like El Negro with 14.8 ha, El Espejo with 44.4 ha, Santa Rita with 42.6 ha and La Aduana with 14.2 ha (Rodríguez 2002).

As conservation strategies for tropical gar in NPAs six main actions will be mentioned that often overlap.

- 1) Restoration of wild populations in sites with reduced or extracted populations must be considered a priority in administration of local fisheries resources and as a case study for researchers where basic information can be generated on recovery of the species or the non-adaption and local extinction. To carry out this strategy, three simultaneous actions are required; the first consists in having a programmed production of thousands of juveniles from different fish farms, where origin broodstock and genetic variability should be known, establish a 3-year closed season and make environmental improvements in tropical gar spawning and rearing sites. The second action is to apply breeding techniques in places that need restoration; natural selection will only allow the fittest tropical gar to be recruited to the natural population. The third action requires consumers sensitization in regards to the benefits of establishing administrative measures of fishing resources, promote awareness that these are finite natural resources which are been diminished at a fast rate. A good practice guide on ecosystem management is required.
- 2) Sensitization on the value of conservation in Tabasco, the society needs to develop their own initiatives in favor of the natural resources through small organizations that protect and preserve their communities. To achieve this television, radio or

press programs are needed to offer information and didactic tools to educate and raise awareness in an easy and accessible manner to even the smallest communities that only have a battery operated radio.

- 3) The administration of natural resources through permanent or temporary closed seasons; daily capture quotas, season and year; exploitation size and weight ; release of adult gar of 6 kg and 60 cm length; and no-fishing areas. This strategy must go hand in hand with population studies on NPAs. Its application needs the agreement of regulatory institutions, fishermen's societies, government agencies, researchers and higher education institutions.

Establishing a maximum size limit has as an advantage that every captured male and female tropical gar will be released by fishermen and they will know that these fish have the genes to adapt to human-originated environmental changes. Also large females carry a larger amount of eggs and this increases the possibility of recruitment of new juveniles.

- 4) Environmental improvement in spawning sites and juvenile recruitment. This strategy consists on protecting and preserving natural annual tropical gar spawning sites. In local communities is well know where spawning takes place, and it would be the community's duty to establish control measures for access to these sites. The idea is to avoid fishing during the natural spawning season, placing signs to warn fishermen that it is a no-capture zone protected by the community.
- 5) Environmental Education for the rural and urban communities living inside NPAs. Carry out non-formal educational activities that will allow human populations to have access to information on tropical gar biology, conservation state, on its vulnerability to overfishing and lack of administrative measures. So that new rural and urban generations have better information to decide on the sustainability of the local natural resources. An environmental education program is needed at the different government levels for decision making and strategic planning on the development of Tabasco.

- 6) Sustainable tropical gar aquaculture as a production alternative. Tropical gar polyculture with other native species; Mayan cichlid (*Cichlasoma urophthalmus*), Jack Dempsey cichlid (*Cichlasoma octofasciatum*), firemouth cichlid (*Thorichthys meeki*), sleeper (*Dormitator maculatus*), shortfin mollies (*Poecilia mexicana*) and sardines allow feeding costs reduction. In rural communities they can be cultured in different production systems; floating cages, geomembrane tanks, earthen ponds, concrete tanks, with high yields per unit area.

Some of these strategies were performed in recent years; Tabasco State University (UJAT) has released 40,000 tropical gar juveniles in González River and El Horizonte Lagoon in the 90's, the NGO Yokochan Ibam undertook repopulation with 10,000 adult tropical gar released in Carrizal River in 2008 and 2009 and 10,000 juveniles in Las Ilusiones Lagoon, in collaboration with Wal-Mart Mexico Fund and Global Environment Facility (GEF/SGP/UNDP). In 2010, 10,000 juvenile tropical gars were donated by Otot Ibam Fish Farm and Global Environment Facility (GEF/SGP/UNDP) to Centla Wetlands Biosphere Reserve.

Preserving at an ecosystem scale would help shield the future of wild populations of tropical gar, genetic variability would be maintained which has allowed this species to persist for more than 70 million years. Updating the population study, including population genetics would allow the planning of conservation strategies with better biological foundation. Sustainable tropical gar aquaculture gives us the opportunity to produce food with good aquaculture practices, following official norms, sanitary regulations and food safety as well as the possibility of diminishing fishing pressure on wild populations will preserve this species in Tabasco ecosystems for generations to come.

TROPICAL GAR FISHING IN THE OLD DAYS

In the state of Tabasco Tropical gar is a cultural and regional identity of, it is the most characteristic fish of the region as well as the most sought after by fishermen. Years ago fishermen had different ways of fishing tropical gar.

Fishing with a wicker basket, it used to be done with the help of a wicker basket in puddles left behind after flood waters subsided. Fishermen say that this was one of the first ways of fishing tropical gar in Tabasco. In the beginning this was the only tool available made with natural materials of the region.

“Macheteo”, consisted in using a machete to cut tropical gar in spawning sites, it was usually done on the most shallow parts of lagoons and on riversides, fishermen would take advantage of the shallow water to kill them and then collect them.

“Zapeo”, Consists on fishing tropical gar using fresh rat as bait under a tree during floods. The first step for this type of fishing is having a dugout, a row, a fish spear and to be ready for fishing.

The second step is getting the bait, a rat, which was easily found in its nest hanging from shrubs during the flood, and it's easy prey by hitting it with the back of the machete, when it falls dead on the water it is skinned, for its musk to flow in the water attracting tropical gars; then it was tied to a tree trunk to begin fishing.

On the third step, one fisherman on the dugout climbed a tree with the fish spear trying not to make any abrupt movements that could scare away the tropical gar. The fisherman would remain still until a tropical gar came around, once it's near enough the fisherman would stab the fish and pull the fish spear up, and string the fish on a thread and kept waiting for more tropical gar. Once they had enough, the tropical gars were handed over to the other fisherman on the dugout.

Fishing with a lantern, at night fishermen would go out on a dugout, very quietly, lighting river banks with oil lamps made with a can and a cloth wick, later on they used carbide lamps. The fisherman with the best aim had to be ready with the fish spear to be able to catch the tropical gar; they would always catch large tropical gars that were more abundant, never small ones.

A TROPICAL GAR TALE

(A Chontal narrative)

Old Chontal farmers from Nacajuca once told that long time ago their main activity was growing corn and yucca.

Eventhough Nacajuca is a lowland floodplain, they would estimate their crop time. During the month of March they would begin planting corn and in between corn mounds they would plant yucca taking as much advantage of their land as possible.

Yucca is harvested after six months of planting, estimating harvest before flood season.

It had always been done this way, it was a Chontal tradition, but one day it started to rain and rain, it would not stop, they said the sky was falling down in pieces.

People starting to harvest the corn and putting it up in high dry places of their houses. But because they ran out of time, the flood came and they weren't able to harvest the yucca. They thought it was more important to harvest the corn because it can be stored for a long time. It would be useless to harvest the yucca if it would only go bad, so they decided to leave it behind.

After a few days, their lands were flooded, people saw how their yucca crops were lost, most of them were very sad.

The days went by, and the flood would not subside, the farmers looked for shelter in higher areas and some of them built rustic lofts in their homes to keep dry.

Day by day the water started descending, people would go out fishing in dugouts, most of the crops were rotten and they expected the yuccas to be as well, but something strange was happening.

People started talking about it, but no one really knew what was going on, until they decided to go see their yuca crops. They saw that around the yuca plant roots, the water was cloudy.

As the days went by something was transforming, it turned out that the yucca's outer layer would decompose every time there was thunder until it became slimy, once the transformation was completed the slime scared away the thunder, and the inner layer of the yuca turned into scales, and the inside came to life.

Little by little it continued its transformation until the tiny yucca roots turned into fins, and the back of the yucca into a head and eyes of a strange animal that later began to swim, people were astonished watching them.

They named it "pejelagarto" peje because was an aquatic animal similar to a fish and "lagarto" because it had a snout like a crocodile.

That is why people say that when there is too much thunder followed by a lightning people use tropical gar slime to protect the place where lightning strikes to prevent a catastrophe.



Térom Ibám (*Atractosteus tropicus*)

UPINTE' JUN

Ts'ibintik upinte' jun mach tajchedá, jinuk'a k'ini' útik uts i ts'aykíntik k'a kolobák uts, jik'in tiki uláj ts'ibinte lo ke uchén ulót untú. Jinuká, ts'ibintik upinte' jun tubá ump'e ts'í'b ke kási mach uk'ínká kama' jinda, uchí resultá; ke ump'e pipí' ts'í'b bádaba, ump'e chap'el pimí dok oní ki ts'ajíla. Oní ts'aji'ó'b ke tu najtikil k'e tubá jinda jun uyúte ka' k'ítóm ke kichí kibá dóko'b ki péte dóko'b bajká ki chi dóko'b estudiá ni ibámob ti ka'b ti méjiku. Oní ts'aji'ó' b ke amajníntik tubá k'enel aj kinjún i ki lóto'b ti Méjiku i ti pipí' ka'b. Ni ibám ach'imkí tubá útik investigá ájta ti pipí' ka'b. Jíndaba jun uyúte dok mul k'ajalín tubá ix xikták i winíko'b ke aj Yéle' u woyí tubá uniník' ilé' k'a utsike' upéte aj tsikjún. Uch'e' ki ilé' kirán p'alíntik lo ke mach yuwí bik'ijchóko'b, ix xiktáko'b ke ya'an tu yotóto'b, aj patáno'b ti jan, aj sákia i aj ts'ijsaj ja'il ilik'i che'chich tiki aj ts'í'b jun, aj k'ayo'b i bajká mach an uk'ajalíno'b. Ya'an tubá p'alíntik upéte. Ti chap'el sección ta jíndaba jun, aj Yéle' u chikil ye'e' kachejdá u bixé ti ch'ije ni ja'il we'e u niník'ye'e'tiki kachejdá u bixé ukuxté, kachejdá u top'o i kachejdá ubuk'a jíndaba ja'il we'e i ukuxte'ó'b ka'chich tiki ajlo' ibám i na' ibám u chen yal, uyik'e' tiki k'e'nak ni ja'il we'e. Ni uxp'el sección uts'aykínte kachejdá uts'isk'inte ni ibám. Widába aj Yéle' u wa'té u ye'e' kachejdá u yúte tubá uts'iskínte ch'okítik ibám i térom ibám ka xoymiki. U ye'e' tiki kachejdá u pok'mesínte, ka'an xoymiki i k'imbitá ke u k'inilán tubá útik jinda patán. Upéte jíndaba k'ua' uyik'i ti úte praktiká dok bajká usákin kachejdá ukuxté ni we'el ja'il ilik'í, aj kinjúnob bajká u yuwina'tínte kachejdá uts'iskán ja'il ilik'i ti Ciencias Biologica ti noj otót taj ye'júnob ti Juarez ujuntumá ti ránchu.

Dok jinda, a úti ti ye'bínte k'enel aj ts'isaj ja'il ilik'i ti ránchu, aj Chiapanéku, aj Guatemaltéku, aj Campechánu i aj Costarricense'ó'b uyúte jinda patán k'a sákíntik ump'e ts'isá ke uyik'e' tak'in, dachejdá che'chich ke uk'inintán k'enel ja'b dachejdá uxupó k'a uláj tsupsén aj sákia, i ka'chich tiki uláj mulí ubá ni na'b i riu ta ti noj kaj ti ránchu. Ni chimp'e sección tubá jíndaba jun u ye'kán kachejdá uyúte tubá ts'iskák; uts ni ibám; uk'inintínte tiki k'a mach ajník ni ump'e dañu ta ki ka'bla.

Usutibá tu t'an aj gringu i upéte ulót ke yuyí uchén averiwá i che'chich aj kin júnob ta ki nits'il lótle aj gringu, i aj canadiense, ke u bixé u kine' se'b-se'b tubá uyuwina'tán kachejdá u maneju tubá ibám ke ya'a ti kuxté tan ja', chedá u tiklénuba'ó'b unejo'b dok lo ke yuwí ki noj kaj ti ránchu déjde oní 25 ja'b. De ya'i jinda patán a ki kisenla tubá kinkák uyúte maneja' jímba ch'okítik ilik'i tan noj pipí' na'kajo'b. Ni sutibá ti yokot'an, ki ts'onin ke uyúte reconocé ump'e woyóm u kijí aj yokot'ano'b ke dok u patáno'b i upitsilk'ajalin

uye'i'o'b pan ka'b ni ibám. Kachijtída a yuwina'tíntik mach kuwíla si dok oní ts'aji ke u ts'aykún aj t'ibíla'o'b, kachejda uyúte sákia o kachejdá uyúte ni we'e tì kájo'b, ni ibámba ya'an tì kuxté i uxé tì kuxté tu ka'b aj ránchu'o'b, aj pìpì'kabo'b u yílbeno`b "ibamo'b".

A kì jok'e'etla k'a a tsike'la jíndaba jun, kì pítin ke dok jíndaba jun awina'tánla i ach'ach'a'na'tanla jíndaba ìlìk'i ke a úti tì kuxté tan to'lá oní 180 millones tubá ja'b, toj ke jímba ìlìk'i uyìk'i tì kuxté upéte kristianu... Uts a k'uxnán!

Aj ts'ak aj Wilfridu Miguel Contreras Sánchez

UPÉTE UKUXLI'B TA
IBÁM

CAPÍTULO I

UPÉTE UKUXLI'B TA IBÁM

¿Kak'in atuts'i pan kika'bla?

Ni ibámo'b uwóyín uba'ó'b dok najtik'íl ja'il we'e'ó'b (*Lepisosteidos*) ke uyilkán ke atúts'i ukinintán 180 miyón de unja'b, ti era paleozoica. Uch'upin biké aptimí ti América, Europa e India, up'ip'is ilkán ke atuts'i ukinintán 70 miyón de ja'b, jinda ch'upin bik ilik'í ka'chich ni ibam ke an bádaba (Wiley, 1975). Jinuká ni ibamo'ba uyute konsiderá ka' ja'il we'e ke oní ajní jik'in nuk te'elilik'í akuxti pan ki ka'bla (Bonóm 1).



Bonóm 1. Ye' ibam (*Atractosteus tropicus*) tikil ch'ujú ti ja'il ilik'i Los Diamantes, Guápiles, INCOPECA, Costa Rica.

¿Jiyp'e kláse an panká'b?

An siete klase I woyoták dok ja'il we'e (LEPISOSTEIDAE) I chap'e jeneru (*Lepisosteus*). Ni jeneru *Lepisosteus* ukinintán chimp'e klase: *Lepisosteus osseus*, *Lepisosteus platyrhincus*, *Lepisosteus platostomus* y *Lepisosteus oculatus*. Ni jeneru *Atractosteus* ukinintán uxp'e klase: *Atractosteus spatula*, *Atractosteus tropicus* y *Atractosteus tristoechus*.

¿Kámba uk'aba' uyilbinte jindaba ja'il ilik'i?

Ni ibamba (*Atractosteus tropicus*) an otro uk'aba' nat de ti Ránchu i ti Campeche, Chiapas i tu pat noj kaj ti Veracruz uyilbeno'b uwa'k'aba' pez armado i catán, ti Costa Rica pez Gaspar i ti Guatemala machorra. Ti t'an inglesa ni ibamba uyilbinte Tropical gar.

Ti-Tamaulipas i Nuevo León uwa'k'aba' cata'n tubá ilkíntik ka klase *Atractosteus spatula*, ti Estados Unidos de Norteamérica uyilbinte Alligator Gar. Uwa'k'aba' catán pintado o Spotted Gar uyilbinte ni klase *Lepisosteus oculatus*. Catán aguja o Longnose Gar tubá ilbintik *Lepisosteus osseus* kea n yotot tu pat noj na'kaj ti Estados Unidos ti Norteamérica.

Ti Cuba ni *Atractosteus tristoechus* uyilbinte uwa'k'aba' manjuarí i ti t'an inglesa Cuban gar.

Ti méjikuba upimó chap'e klase: *Atractosteus spatula* y *Atractosteus tropicus* i mach umul k'ini'o'b ni ka'b ka kuxtako'b, pero usite' ut'am untú ká uyilkán uk'aba' kat'an o ibam.

¿Kode kira yo uyile' ni ts'i' b ta ibam?

Ni ibim t'an yo uyile' ja'ilwe'e k'a an uní' ka'awilí tubá ijín.

¿Ni ibámba namás upimó ti Ránchu?

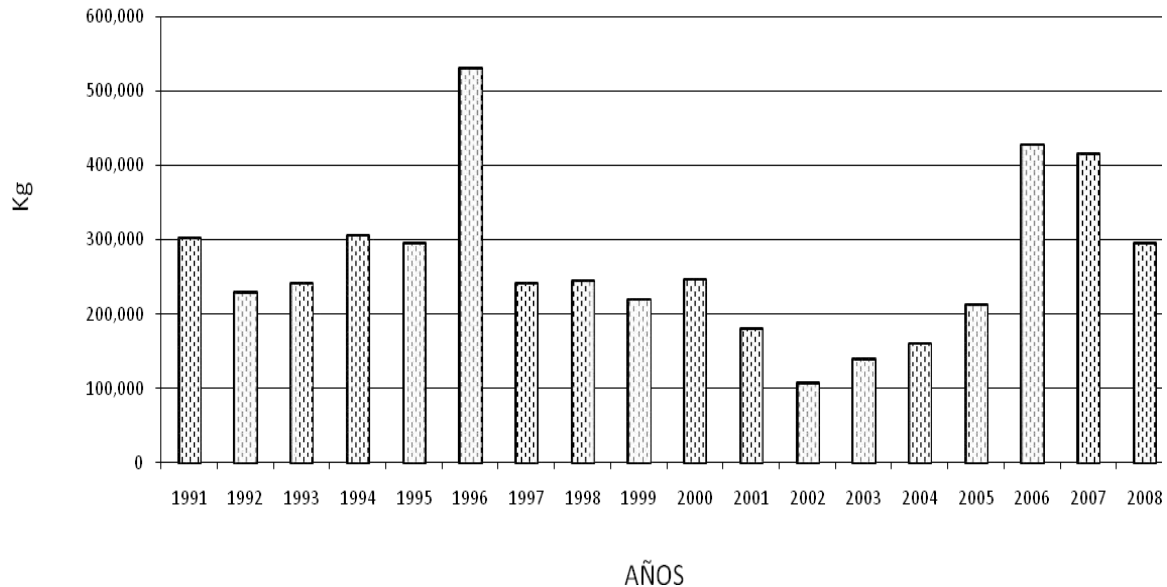
Mach, otro patilka'b ti méjiku tikí an; Veracruz, ti Campeche i ti Chiapas (Alvarez, 1970).

Ni ibámba ya' pukuták tu pat ka'b ti mejiku i ti Costa Rica (Bussing, 2002). Uptim tikí ti noj pa' ti Nicaragua i ti riu San Juan. Ti Guatemala an tikí ti chikto'lá ti noj buxka'b ti Lacandón municipio ti Libertad ti noj departamento ti Petén. Ti ch'och'ilja' uptimo ti patilka'b ti Chiapas asta ti Golfo Fonseca ti Nicaragua (Espinosa et al. 1993). Ti noj to'la ti noj ka'b tu pinte' ti Costa Rica, ti noj cantón Los Chiles, Los Chiles, Caño Negro, El Amparo y San Jorge (Protti y Cabrera, 2007).

¿Toj kira'í ke ti renchuba ts'iskinte maj mediu ibam kada unja'b?

Tojchich, ti Ránchuba uptimo k'enel ibam ke ujuntu ch'ije, noj k'enel riu i nabo'b, noj k'enel lup i noj ach'ílka'b uch'e' utik sakia jinuk'a uk'echka'n kada unja'b de 100 a 550 tonelada Jíndaba 20 ja'b (Bonoli'b 2).

Captura anual de pejelagarto (1991 - 2008)



Bonóm 2. Kechom tubá sakia ta ibam kada unja'b (*A. tropicus*) ti noj kaj ti Ránchu (Fuente: Subdelegación de Pesca, Delegación Federal Tabasco, SAGARPA, 2011).

Tu kiji'ob' bajká ujuntu ch'ije ni ibam, an más k'en ajlo' ibam ke ixik ibam; ti na'b ti horizonte ti ch'ok kaj ti espinu, ti renchu apimí chints'it ajló ibamba kada ixik ibam (Alemán y Contreras, 1988), ti ejidu Riu Playa ti komalkalku, opimí 9 ajló ibam kada ixik ibam (Márquez, 2000), it to'la ti centla 5 ajlo' ibam opimi kada ixik ibam (Márquez, 2002). Bádana 6 de kada 10 ibámo'b ke uchonkán tu yotot ajchonwe'e jin bik'it terom ibamba ukínintán 550 gramu, jik'ín umulp'iskamba de chats'it a uxts'it ukínintán uxp'e o chimp'e kilu i de unts'it a chats'itba t'ibil ibamo'b ude ke ukínintán de chimp'e a 6 kilu.

Ni ts'is ibam ti Ránchu ya'an k'a an k'enel ajlo' ibam i uyilkán ke 700,000 ibamo'b ak'echkí unja'b ti 1996.

¿Muk' utsupsínite ni ibámo'b?

Mach, pero ni we'elja' mach nik' totoj an k'a majk'en aj sakia i uch'oktil k'echlán. Jinuk'a bádaba mach totoj an Jíndaba ja'ilwe'e ti na'b ti ránchu.

¿Toj kira'i ke ni na' ibamba mas noj ke ajlo' ibam?

Toj ehich, jíndaba woyón ja'tl ilik'í, ni na' ibamba mas al i mas tam ke ajlo', jik'in ukinintán uxja'b ti kuxlé. Ajlo' ibamba najtikí uchenubá desarroyá, jinuk'a mach nun al i mach nun tam.

¿Jityp'e ukuxté ubisán jik'in uchén uyix al?

Kasi upéte ajlo' ibamba utik'e' uchen yal jik'in ukinintán ump'e ja'b i ukinintán utim an de 32.5 a 45.5 cm. Ni ixik ibamba utik'e' uchen yal jik'in ukinintán cha'ja'b uch'ije i ukinintán utim an de 40 a 50 cm (Márquez, 2002).

¿Unts'it na' ibámba uto'bsén kira'i k'enel bo'b?

Toj ude, unts'it na' ibam ke ukinintán u il an uxp'e kiluba uchen podé uto'bsén de 25000 a 30000 bo'b ibam (Márquez, 2000). Jik'in más noj ni na' ibamaba uyojesán más ubo'b (Hernández, 2002).

¿Toj kira'i ke namás unúm káda unja'b uchén yal?

Toj chich, uchén yal unja'b ti mes ta junio ajta septiembre (Resendez y Salvadores, 1983). Uchen ubobín ti riu'ob, ti na'b i katak ubixétija' tiranchú (Márquez, 2000).

¿Toj kira'i ke uk'uxe' kuxuwe'e i rey krixtako'b?

Ni ibámba uk'uxe' kuxuch'oktilbuch', jik'in utotaj top'oba ubuk'el ude uyuch' ja' (pequeños crustáceos), il aj uch'o', i bik'it ch'okbuch'(Contreras y Márquez, 1989). Terom ibamubba uk'uxlán tiki buch i mílú. T'ibil ibamba uk'uxlán tiki uyuch' ja' i buch' (Márquez, 2002). Jik'in upamín we'e tuba chimen ilik'iba uk'uxlán tiki *Atractosteus spatula* (Mendoza et al. 2000). Mach krix dok no'onlaba mach yo ki we'senla.

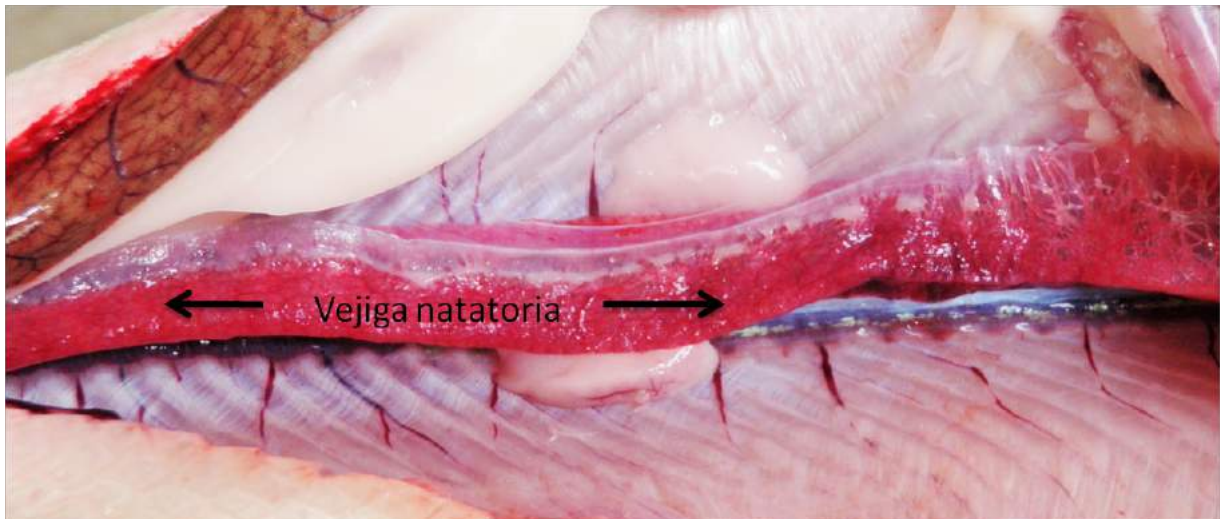
¿Jityp'e jabo'b ukuxté unts'it ibamba?

Uyilkán ke ukuxté de 20 a 40 jabo'b i puede k'otik utim an 150 cm i uk'ote ukinintán 18 kilu. Jik'in mikiba ujile'an ti kuxte más ke jik'in ujuntuch'ije k'a mach an pipi' ik'í u tsimsén.

¿Uchen podé usápin ik'?

Toj chich, usápin ik' pan ja', ajsakia'ob uyilbéno'b upach'in uti' jik'in ujirano'b ke use'en wose panja'.

Unts'it ibamba ubisan ik' tu yak'o jik'in usápin ik', ke unumé tu yijts'i'. Jíndaba yijts'i' ke ya' bik'í dok k'enel uts'uts' chijí (Bonóm 3). Ni to'bsajch'ich' ke uch'e' ni ik' k'a ubisán tu ch'ich'e k'a unimsén tu yak'o.



Bonóm 3. Yijts'i' ta ibam (*A. tropicus*) ts'uts' chijil ch'ichik ch'ich tu tojá unik'.

¿Ts'u' ts'uts' ubo'b ta ibam?

Mach, ni bo'b ibamba t'ibitak udé i uch'e' ch'inkinte dok ujut untú, jik'in na' ibamba uch'e' uchen yal. Unts'it terom ibamba ke ukinintán ump'e kilu i mediuba uyojesán ubo'b ke ukinintán utan 2.2 mm. Utan ump'e bo'bba uno'an jik'in terom ibamba ukinintán 3.5 kg. Uto'bsén ubo'b ke ukinintán 3.2 mm i nuk na' ibamba ke ukinintán 6.5 kg. Uto'bsen ubo'b de 4.2 mm után (Márquez, 2000; Hernández, 2002).

¿Toj kira'i ke mach uts uk'uxkán ni bo'b ibamba?

Uk'ojpesán untú si uk'uxkámba, utsimsén ilik'í si ubk'e'ba i ja'il ilik'iba mach ucherbe udé k'ua'. Uyuwina'tite ke ukinintán ump'e benenu u k'eche' tan unik' untú si uk'uxkán maj k'emba tiene ke biskintik untú dok aj ts'ak k'a ts'ikilkintik.

¿Kachejdakirá unts'it ibamba?

Unts'it ja'il ilik'iba tam i yokowoló, yix ilán upatba, tomlaj ik' i an uts'otsoyá tu yak'u (Bonóm 4).



Bonóm 4. Unts'it ajlo' ibam (*A. tropicus*).

Tamilti' dok ujuruts' ej, tsits i yoko xoyó tamá (Bonóm 5).



Bonóm 5. Na' ibam (*A. tropicus*) tsolotak ujuruts' ej.

Upat ka' noj chimp'elch'ejpá, tsitstak i uyak'o ubik'bén upete. (Bonoli'b 6). Utetech'wich' ke ya'an tu pinte' i tu pat ya'i ujirkán kaché ibam. (Bussing, 2002).



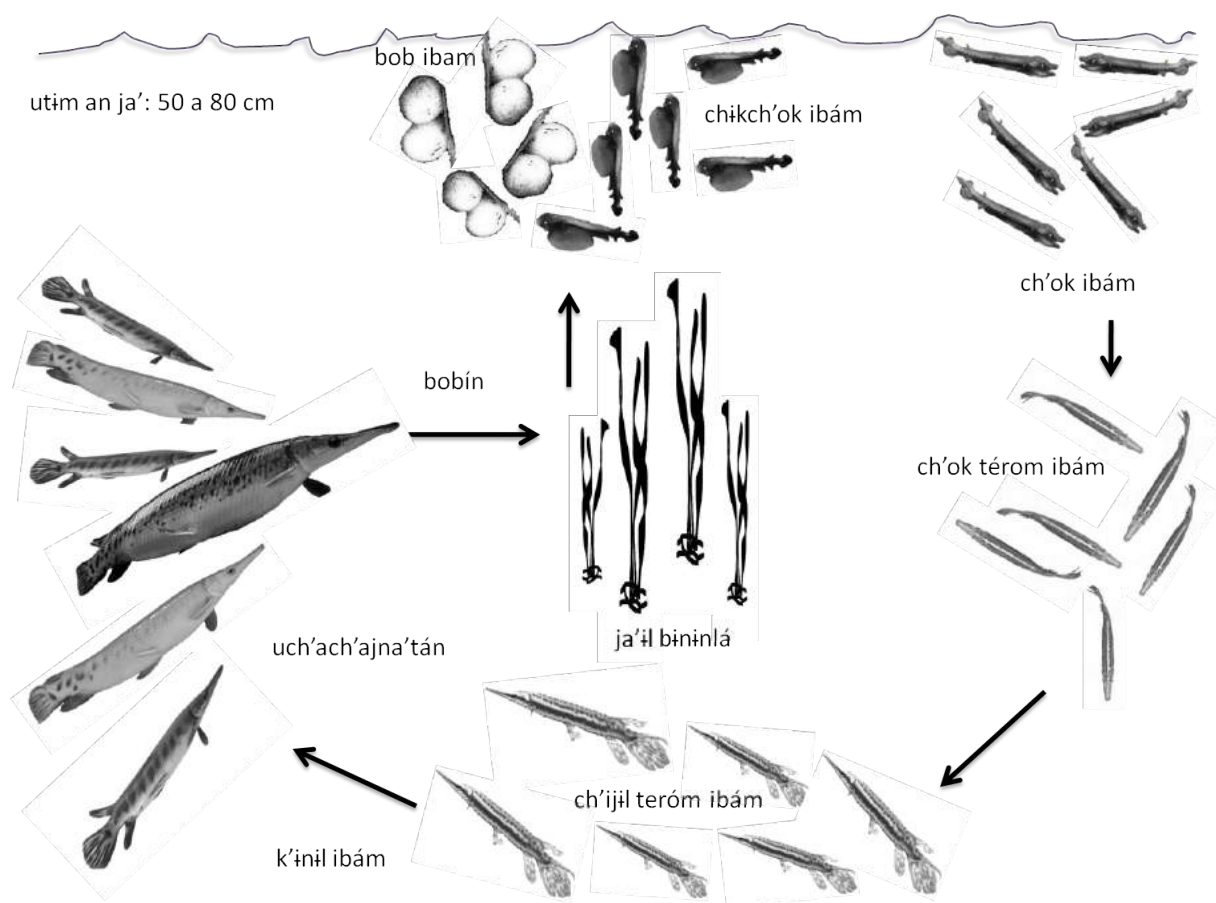
Bonón 6. Pit ibám ka' chimp'elch'ejpá, tik'iták, ke ubik'bén tu yak'o ni ibám (*A. tropicus*).

TOMLÁJ KUXTÉ TUBÁ
IBÁM

CAPÍTULO II

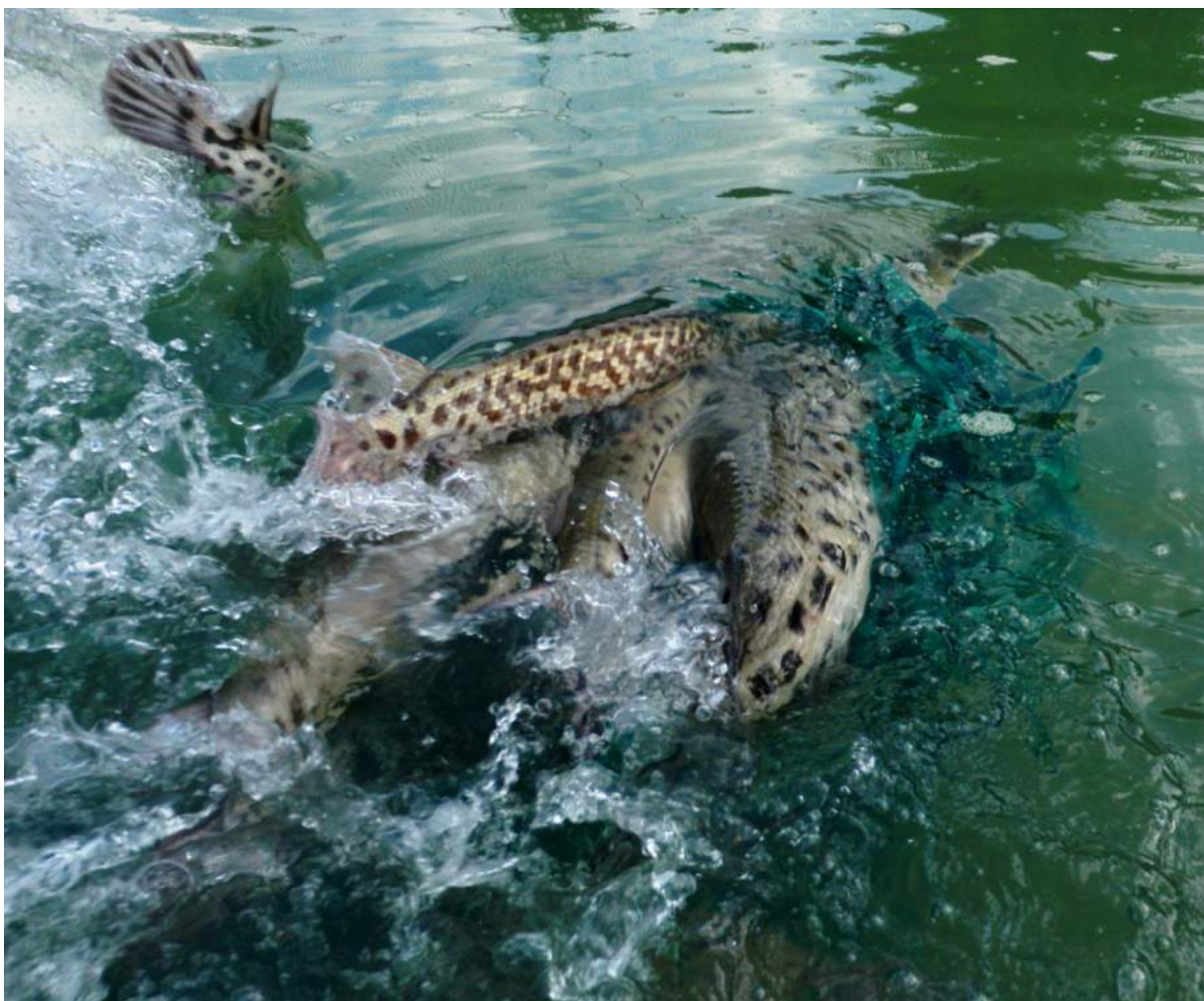
TOMLÁJ KUXTÉ TUBÁ IBÁM

Ubobín tubá ibám (A. *tropicus*) uchén ka'an ch'ok bininlá tì komil ja' kama' chikinka'b, jasintál o ch'ok bininlá bajká abixí tija' jik'in utik'e tì káye ja', o jik'in utik'e' but'o riu i tì nits'il na'b (Bonóm 7).



Bonóm 7. Tomlaj kuxté ta ibám (A. *tropicus*).

Ajlo' ibamo'b jik'in usakin ujit'okob ulotín ixik ibam, upatsin tu nik' i use'en tsipyitín, jindaba bobín ujile'an chap'e ora i uyik'bén ni na' ibamba utik'e' uchen ubobín. Ni na' ibamba utik'e' uwoye' de 3 a 9 ajlo' ibam ke ulotín bajká uxé tì yojón, ujibe'o'b bij entre ude'o'b tan bininlá, ni na' ibamba una'tin núxe ujirán kada uxé uchén uk'ub tubá uyojesán ubo'b. Jik'in uxé tì yojomba ut'elté i itikinubá tu pinte', uchén ubobín i jik'in ut'it'in ubobín tan bininlá, jimba ratu ajlo' ibamo'b upa'seno'b uk'ib tun tubá upán ni bo'b ibám. Ni bobín ibamba ujile'an chap'e o uxp'e ora, depende uno'an na'ibam (Bonóm 8).

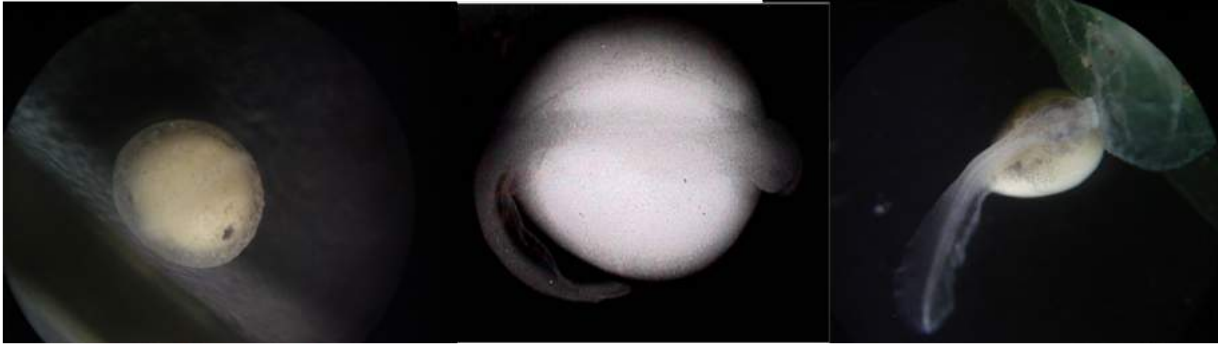


Bonóm 8. Bobín tubá unts'it na' ibam i k'enel ajlo' ibám (*A. tropicus*) ch'ik mikíták.

Ch'okte'ob, wi'te'ob, yopte'o'b ta kachich kambo bininlá kea n yabaja' uch'e'ob tuba uk'u'b.

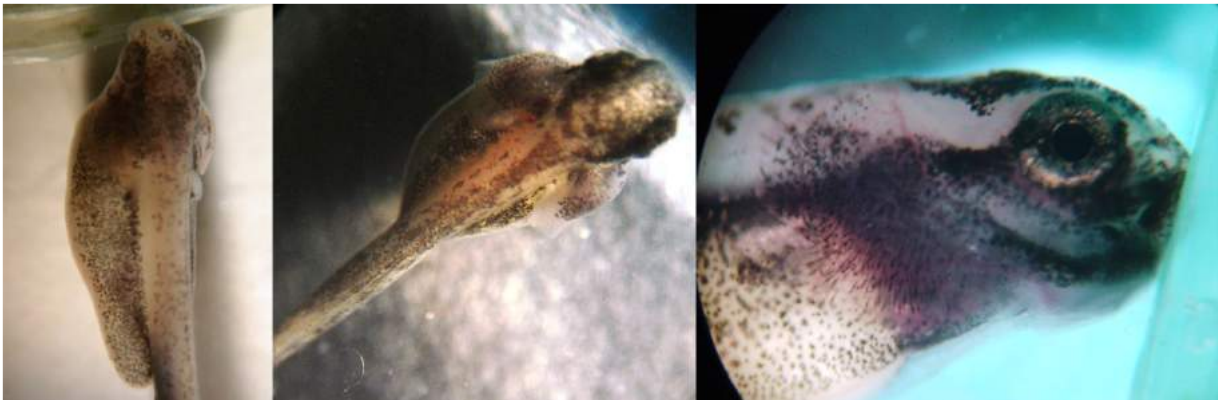
Ni bo'b iabamba yix alán ukinintán uts'ots'oyá ke bajká uyiroba ukulobán tik'i ti bininlá (Contreras y Alemán, 1986).

Ni bo'b iabamba uch'ije (Bonóm 9) de 48 a 72 horas jik'in ajlo' ibamba ujulbí uk'í'b tun, unts'it chikch'ok ibam ke ukinintán utim an 7.5 mm dok uk'ink'iná tamá unik' (larva vitelina o eleteuroembrión), ni uk'ink'inaba uwe'sén ude tubá ch'íjik ajta ke utik'e' nuxe.



Bonóm 9. Bob ibam dok uk'í'b tun ajlo' ibam ke muk' use'en ch'ijik ajta ke pasik ton pat (*A. tropicus*) utik'e' pit bo'b dok u tik'im.

Jik'in upáse tan bo'bba utik'e' ch'ije, jik'in ukinintán uxp'e k'in utik'e' ti tuts'e ujut, uti', uwuch', utik'e' usapin ik', upat i utomlaj ik'ik' pat ke umuke' uba dok tan bininlá (Bonóm 10). Uchikch'okpat uyiró ti uxp'elk'in jik'in utik'e' núxe (Márquez et al. 2006).



Bonóm 10. Chikch'ok ibam (*A. tropicus*) chap'e to kin ukinintán ke apasi tan bo'b.

Jik'in ukinintán ump'e k'imba ulaj kolobán ka' wa'aták, ti chap'elk'imba ulaj kolobán ch'a'a i ti-uxp'el k'imba utik'e' núxe, uwix, utik'e' ujibe' i umike' uti' ka' awilí uchén jayí'b, ka' awilí-uxé uchén búya, ula'in ubá i upinté bixé, chedá uye'e' ke uxé utik'e' usákin i uk'eche' k'ua' uk'uxe'. Jín daba kuxlí'b ukinintán utim an 14 a 19 mm.

Lo ke uk'uxe'ba ja'ilch'ik (Cladóceros) ti najtikilk'in, uk'uxe' chikch'ok ajuch'a i ka'chich ka ámba ja'il uch' ajta ke utik'e' uk'eche' ch'ok ilbuch', jik'in ukine' uk'eche' i ubuk'e' ukuxul we'eba deya'iba utik'e' ti buk'a ka' t'ibíl ibam (Márquez y Contreras, 1988).

Uyilbinte ke bik'it terom ibamba jik'in ukinintán 22 k'in dejole ke apasi ton pat (Bonóm 11).



Bonóm 11. Ch'ijiba jik'in chikch'oktobaajta ke a terom i (*A. tropicus*).

Ni bik'it terom ch'ok ibam ukinintáno'b utimtikni' ukinintán utim an de 18 a 45 mm upete u wich' ke uchén dok núxe aláj tuts'i, upete usoyta' tiki. A laj k'í'ní, tubá uchén patan up'í' pluba tiene re uk'uxe' uts u we'e (Márquez., et al. 2006).

Ti na'b i ch'ik mikiba uk'uxe' uba'o'b (Márquez, 2000; Escobar, 2006), tantu ti na'b komo kamá ch'ikmiki jin más t'ibiba uk'uxe' jin más bik'itba, jinuk'a mach uk'ak'a ke'na'o'b i uch'ije más se'b si ubuk'a'ob dok otro bik'it ik'í.

Terom ibamo'b uk'uxe' kualkier kuxuwe'e. Ke numík nits'i dok, jik'in upamanubá dok kachich kamba ajk'uxom, ujits'o i uno'an uxé uyile' si uxé utsimsén o mach. Jíndaba ch'ijibá bajká ni ja'il ik'í mas nijba uk'uxe' mas p'í'ba i uk'e'nán ukrixlé tubá utsimsén uwe'e si más p'í' (Bonón 12).



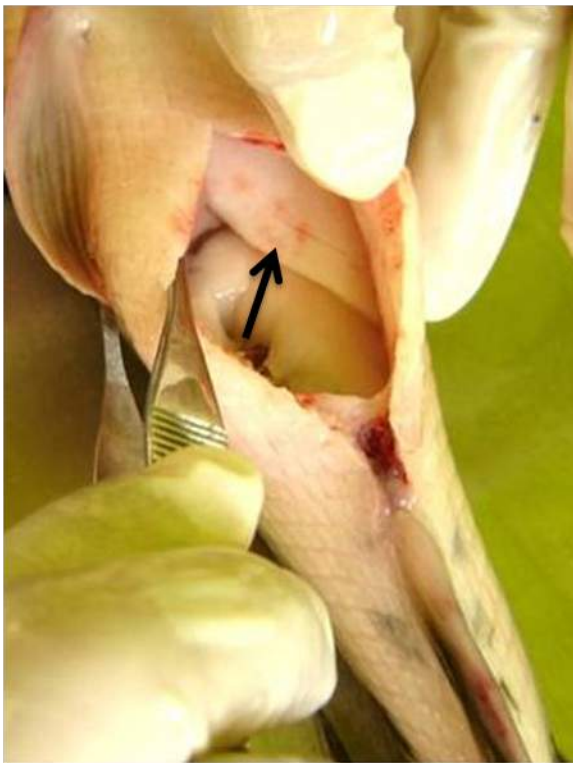
Bonóm 12. Noj terom ibam (*A. tropicus*) de 2 y 5 meses ukuxté.

Noj terom ibam ubixé no'an ajta ke utik'e' usakin jit'ok (Bonóm 13)



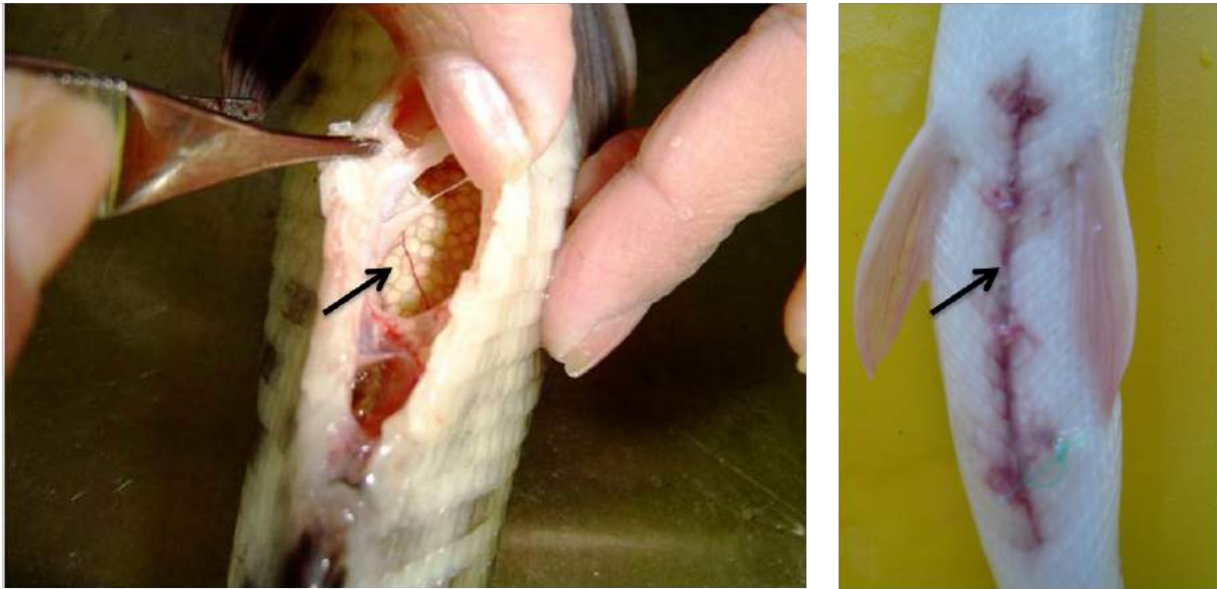
Bonóm 13. Noj terom ibam (*A. tropicus*) de 9 meses ukuxté.

Tump'e ja'b ukuxté ni ajlo' ibamba jik'in uk'i'nán uwoye' uba ka uchen ubobín i ukinintán chap'e usisik yiltún ak'ak'a' k'í'ní (Bonóm 14).



Bonóm 14. P'o'ol ajlo' ibám (*A. tropicus*) yiltún ak'ak'a' k'í'ní ukinintán 12 de meses ukxté.

Tu chap'el ja'b ukuxté nuk na' ibamo'b uk'ak'a' k'í'nano'b i uchen ubobíno'b bajká uchén uyix al (Bonóm 15) uwóyín ubá tubá yojík unja'b. Ubo'b ukolobán yix alán jik'in jk'in ak'í'ní. Ukuxté uxupó jik'in usujté ti bobín dok otro ch'oktil ibám.



Bonóm 15. P'ó'on ta na' ibám (*A. tropicus*), bo'b ke muk' uk'í'nán tu xupó chap'e ja'b ukuxté.

Ump'e década asákintik kachejdá uch'ije i akinkí kachejdá uch'ijeskínte ch'íkmikí (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). A uti tiki kinjún lo ke k'íní tuba ch'ijik, uwe'é, uno'an i kachejdá ubuk'sínte jik'in ch'októ, térom ibám i nuk ibamo'b (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).. Ka'chijká tiki axí ti t'kán ni ts'isaj ibám k'a irkák káche' uxé ti ch'ije (Ramos et al. 2000; Márquez et al. 2004; López et al. 2005; Márquez et al. 2006; Álvarez et al. 2007a); I dachijdaba ni ts'isá a uti i ak'alín ch'iji

(Márquez et al. 2010; Márquez 2011). I lo ke akinkí alaj ts'aykíntik upete noj kájo'b ti ranchú (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) i Chiapas (Gómez, 2009). A nivel internacional ti Costa Rica (Márquez et al. 2008b; Protti et al. 2010), Guatemala, Cuba i ti Estados Unidos ti Norteamerika.

JA'IL ILIK'I TI TIKÍW
JUNTULCH'IJE

CAPÍTULO III

JA'IL ILIK'I TĚ TIKĚW JUNTULCH'IJE

Ni ja'il ilik'i tĚ tikĚw juntulch'ije yo uchen ts'isá ta we'e tubá k'uxkíntik, ujulkán k'enel yokobuch' ke uyik'e' tak'in dok ts'isaj buch' ke uyute ka'chichká tij kijila. Ka'chich tikí kĭ pak'in kinintánla ni yoko ja'il ilik'i. Ni ja'il ilik'i juntulch'ije tubá ibámba (*A. tropicus*) jíndaba ump'e ts'isá ke uyúte mach ucherbé k'ua' otro ja'il we'e ke uxé tĚ ts'iskán, uxé uchén rendi k'a uxé utiklén uk'ajalín lo ke yuwitán ute.

Ni sákia i ts'isaj ja'il we'e mach up'isintikba patán, ni sakiaba upipi' chéno'b kachichkádaba ja' tubá upojlén uwe'e tubá uk'uxe' ump'e k'in. Ni uch'ijibá tubá ja'il ilik'i yo uyuwina'tán untú kachejdá uch'ijeskínte tubá uk'a'a' kine' untú.

Jíndaba chap'el patán uyik'ben we'ik ni t'ibíl kajo'b i ch'oktĭl kajib.

Ka an k'enel ibamba upajlín te tĚ noj kaj tĚ Centla, Jonuta ĩ tĚ Macuspana, jinda'obbá uchen formá parte tubá kolobeski'b tubá Biósfera ke uyilbín te to'la tĚ Centla, Jíndaba uxp'el noxi' kaj uyike' 80% tuba k'ech ibám kada unja'b tubá 30 unjibi'o'b i jíndaba woyóm upáminte ke muk' ulip'aj xupó.

Uyuwina'tín te tĚ 20 unjibi'ob tĚ sákia uchi ke ulip'aj tsupsé ni woyóm juntulch'ij ibám (Márquez, 2002); ya'an bajká ak'ak'a k'echki i mach to uyiktíntik tĚ k'e'nán.

K'a awina'tán Jíndaba jek'omá mach unik' totój k'echká k'ua' tĚ nuk kajo'b tĚ Centru, tĚ yixtúp i tĚ Jalpa de Méndez; uchi'o'b okupá chimp'e lugar ta k'ech ibám por sákia tĚ década tĚ 80's, ude'o'b uchone'o'b ibám tuyotót ajchón we'e tĚ Pino Suárez tĚ Ranchú.

TS'ISÁ TUBÁ IBÁM

Ni ibámba uts'an tubá ts'isáj ja'il ilik'i tĚ tikĚw juntuch'ije, se'b uch'ije, uts ukuxté dok unli'b ik kea an xik'ĭ dok ja', uk'ilén tikiwlé tu kuxté jik'in uts'iskán, uk'uxe' kuxu we'e, uch'e' tikí ts'iskínté dok otro ja'il we'e (mults'is) tubá mach t'ibík ucho'an ta ts'iskíntik, uk'ilén yaj k'a uts'ots'oyá ke an tuyák'o i utsitsil pat, jik'in ch'ikmíkíba uts'iskán de mayo a diciembre uyik'e' ajník ch'ok ibámo'b, ni k'uxóm uchéno'b jik'in ts'uts' ibám tóba i nich ch'ok ibám

ukolobán unli'b, sik ubek'tá i uk'ilén, una'esán uts untú i uchonkán de 100 a 550 tonelada kada unja'b.

Tubá t'kák ni ts'isáj ibam tiene ke minkák ni t'ibil ibámba ka uts'iskán o ti Sociedad Cooperativa ke uchén sakia. K'iní k'atintik kachejolá ubixé ti ch'ije ukuxté.

Antes ke minkák tiene ke k'atinla biyé ukuxté ubisán, uk'ínán, kak'in uyojón, jynúm a'uti tiyojón, jynúm ubuk'a jump'e kin, u'il-an i utim an ta ixik ibam i ajlo' ibám, k'iní tikí ajúm ka aminkí k'a sápinkik kada a'uti ni man ta ja'il we'e.

Ni ibámo'b tiene ke irkák uts uyak'o i ye'kák upete, ajnik ts'ikí uwich' ta nuxik, ajnik uts, ke mach kunú i mach ajnik uyáj.

Minkák uxstis o jo'bts'it ajlo' ibám tubá unts'it na' ibám, uk'inintán u'il-an tubá ajlo' ibám tiene ke uk'inintán 0.0550 kg a 1.5 kg i utim-an de 50 a 60 cm.

Kuarentena

Tubá mach uk'eche' ts'uts ajlumbris i uyajo'b, bajká uxé ti ch'ije tiene ke ch'ikmijkák 40 k'in ni ibámo'b k'a nimitak ti k'echkán ka mikí.

Ni ibámo'b mach ubuk'sintik uxp'e k'in o jo'b k'in ta kuarenta k'in k'a jits'ako'b i chedába uch'e' ik'bintik ts'ak jik'in mach ubok'sintikba.

Ti kuanrenta k'in, uch'e' buk'sinte kuxú buch' o xot'ojits'i kada uxp'e k'in ta uxp'e semana. Upa'sinte ni kolo'b we'e i kada umpé k'in uk'exbinté unjek' ja' ke ya'an ti tanque. Ni alimentu tubá kuxúl we'el buch'o'b ke uwóse'o'b uk'inintán uno'an után 4.5 mm a 9.5mm dok 42% de proteína i 10% de pok'má, utsil alimentu tubá buk'sintik t'ibil ibam.

Tubá ni kuarentena puede k'inileskák xuyo' tánke de plástiku, de fibra de vidriu, de cementu de chap'e a chimp'e metru után i de 80 a 100 cm után (Bonóm 16). Ni bentaja tubá jindaba k'inili'b mach k'en ja'uyik'binte, uyik'e' súkintik upete, ujile'ano'b tsitso'b, uyik'e' ajnik uts ni ja' i tubá ja'il ilik'í.



Bonom 16. Xoyo' tanke'o'b de cementu i fibra de vidriu de chap'e metru kúbiku tubá kuarentena ta ibám (*A. tropicus*).

Tamá tanque de chap'e metru után i 0.80 m utan puede ajník de 15 a 30 kilu de ibám (2 a 4 na' ibám de 4 kg i de 10 1 20 ajlo' ibám de 0.75 kg) ti kuarentena.

Buk'síntik uts ni ibámba uts'iskínte uts, ni xik' kuxú we'e útsil we'e i chere' buk'a ubuk'sén uts ni t'ibil ibámo'b ka mikiták. Jik'in uk'inkán ni alimentu balanceadu mach uyik'bé utsuk'esán ni ja'il ilik'i, pero ayúte recomendá ke unjo'b mes antes ke uchén ubobín ik'bíntik xik'i ubuk'a dok kuxubuch' t'ot'jits'i u unteruntú i unli'b alimentu balanceado.

Rey k'iní-ke ni ebámobba uníntesán ubá jik'in ujirán kristianu k'a uyik'e'ubá ti k'echkán i tubá útik mantené; ta buk'síntik, upojkínte tanke, tubá p'iskák u'il an, uno'an i tubá irkák si ajlo' o ixík.

Jik'in uxé ti buk'sínte tiene ke uch'inch'in nikin ubá untú, k'a mach uyik'e' k'en patán jik'in uxé ti súkínte i ti k'echkínte ni ib'am. Ni bo'inlé ke ucherbínke k'a mach una'tin k'eche' untú puede chikmák uch'ije k'a mikiták.

Tubá nimteskíntik ka miki' i sen ak uyúte ump'e ja'b i uxupó jik'in uk'ínán i uchén ubobín ka mikiták.

Yikóm tubá ajlo'o'b i ixiko'b

¿Kachejdá debe ajník ni ixiko'b i ajlo'o'b tubá k'inkák uchén ubobín? Ni ixiko'b ti mes ta agosto uk'iníntán noj unik' i usits'e' ubá (Bonóm 17) mach che'en ajlo'obbá chipo' chipo'o'b i mas tsits ubek'tá.



Bonóm 17. Na'ibám (*A. tropicus*) de 5 kilu u'íl an animteskúntik xoymikí.

Ni na' ibám de 3 a 4 kilú u'ílan, uts tubá uchén yal xoymikí. Use'en pojínte k'a cheké noj unik', uk'í'nán u'íl an jik'in utsupsén uch'ije i uk'í'nán ubo'b kama' uyílbénob aj sakia (Bonóm 18).



Bonóm 18. Na' ibám (*A. tropicus*) cheké kachejdá uno'an unik' k'a uk'í'nán ubo'b jik'in jochén ti juntul yujón (agosto).

Ni ixik ibámo'b uyúte entumí tubá numík ubo'inlé i mach unum k'oj pesán ubá jik'in uxé ti k'échkán k'a irkák si ajlo' o ixik, u'íl an, útım an. Ni ixikób uyákinte i upa'sinte dok u'íl an, utım an, uch'ij unik', uyílkinte kachejdá bonó umúk jik'in entumidu an (Bonóm 19).



Bonóm 19. Na' ibám (*A. tropicus*) entumidu tubá p'iskák u'íl an, utim an, uno'an, unik' i kachejdá bonó unik'.

Ni yikóm tubá ajlo' ibám uyúte ka'chich na' ibám, kada ajlo' tiene ke útik entumí, up'iskán u'íl an i up'iskínte utim an, utáts'binte unik' ka'an uyiltún, uyits'kán ka'an up'í' ch'o'b tubá utún i uk'í'btún sik elán i k'is pek'em upase tu p'í' ch'o'b (Bonóm 20) u'íl an ke uchen tubá yal de 0.550 a 1.5 kg.



Bonóm 20. Ajlo' ibám (*A. tropicus*) de 0.550 kg dok uk'í'btún tu yiltún

Jik'in a'uti ni aikóm i apa'síntik ni ixík i ajlo' ke uchén tubá ts'isá, uyákinte unts'it na' ibám (5 a 7 kg de peso) i uyákinte de 3 a 9 ajlo' ibám ke so'btak (0.550 a 0.750 kg.) ukits'kán ka'an ulót i usujté tì woykán jik'ín uxé uchén ubobín.

Unja'b, uyákinte káda woyón ajlo' ibám ke uchén tubá ts'isá i ujuntúl k'exe' ubá dok utsil na' ibám k'a pásik más uts ni ch'oktík ibám.

Si kì buk'sénla uts, i kiyákínla, ni na' ibám uxé uláj yojesán upéte, kasi upete bo'b uxé tì ajné upán, uláj xe ti top'o chikch'oktík ibám mach k'ojotak i laj ch'ijik ka' upitinte kama' u'íl an noj na' ibám. Ukuxté ka xoymíki ni ixík ibám i ajlo' ibám tubá uts'insén miles de ch'oktík ibám u'jile'an 10 unja'b.

Ujuté listá estanke, k'u'b utsilja'

Tubá ts'iskák ch'oktík ibám tubá chonkák, tiene ke k'ínkák ni estánke'ob tam utim an i chum után de 40 metro cuadrado (40 m²) i yoyotán de 6 m után (27 m²), dok jíndaba puede ts'iskák k'enel na'ibám dok utim an i u'íl an pareju. Ka' chedá, uch'e ' yojík 5 na'ibám dok u'íl an de 3 kg i 15 ajlo' ibám de 0.750 kg si yo untú uts'isén 120,000 a 150,000 chikch'ok ibám (Bonóm 21).



Bonóm 21. Estanke tubá ts'iskintik ch'ok ibám (*A. tropicus*) tubá chonkíntik jíndaba tì Sociedad de Producción Rural Otot-Ibám tì Komalkalku, Ránchu.

Uch'e' tiki k'inkák xoyo tanke de plástiku o de fibra ta vidrio de 2 a 4 metru után i de 80 cm utim an (Bonóm 22).



Bonóm 22. Tanke ta plástiku'0'b de 2 m után i de 80 cm utim an, dok uch'ulibá ja' lu'bnojó dok ik' ti Universidad Nacional, Campus Heredia, Costa Rica.

Si awo ak'inilesán bininlá tubá achén k'u'b ukolobán tu k'ajalín aj ts'isaj ja'il we'e, kama' da, tubá aj catán (*Atractosteus spatula*) uk'ineskán k'f'b ch'okte' ta casuarina ti Estación Acuicola de Tancol Tamaulipas.

Tubá aj manjuarí (*Atractosteus tristoechus*) uk'inilesán k'f'b te'xan ti Estación Acuicola de Los Patos, provincia de Zapata Cuba.

Ti Ránchu, a'uti ti pimó ajbobín taj chedá ti bininlá estrella, tik'omelka'b, wi'jacintal, wi' chikinka'b i ti ch'oktil wosil bininlá ke uyilbinte pansiya.

Utere bobín up'isin bajká uyoko chen ubobín

Utere chen uyal up'isin ka' chich uchén ubobín i uchén ti mes ta agosto, jik'in ni yoko ibám ak'i'ní upitin ka ora uchén ubobín ti riu, tina'b i katák ubut'o ti Ránchu.

Ni ibámo'b ukolobeskán tan ump'e estanke ke ikinintán ump'e metru utim un upete k'in, ya'an taj chedá namás i uch'ixin k'in ti ja' tupete k'in. Ni 20% de ja' ti estanke uk'exkán upete kada ump'e k'in i ubuk'a uyik'binte unteruntú ch'okbuch', o t'ot'ojits'i o kuxaták, jindaba buk'a tiene ke ik'bintik ka'chich atik'i ti ik'binté 5 mes antes de agosto.

Ni estanke rectangular de 4X8X1 m után, utim an i uwa'il tim an uts'an tubá uchén ubobín. Uk'ubo'b uch'e' útik dok unjo'b bininlá ke ya'an yabá ja' k'a p'isintik kamá ti lup dok jindaba bininlá. Utim an ni ja'ba uyik'binte de 60 a 80 cm.

Ti estanke jíndaba útım an ujulkán uxts'ıt na' ibám de 3 a 4 kg. don 9 ajlo' ibám ke ikınıntán 0.750 kg. Ujulkán ik'sapánto i deya'i de 24 a 72 ora puéde utik'e' uchén ubobín dok 25000 a 90000 bo'b depende jıyts'ıt na' ibám top'ık. Puede ke tıkı ke ni na' ibámba mach ujule'ó'b yal tomp'e i jíndaba uyık'bén ni ch'oktik mach t'ıbilák paréju (Bonóm 23).



Bonóm 23. Kınılesaj bırnınlá tubá uchén ubobín ibám (*A. tropicus*) ka ch'ıkmıkı.

Pıskáb ke uchı ubobín ni ibám uk'echkán dok ump'e pañu yoko luchú dok utamıl k'echıbá i uk'a'sinte tan otro estanke ajta unjáb uxé tı kolobán.

Tubá pıtıntik top'ık ni bo'b ibámba uyuté tı estanke bajká ayojí ni ná ibám (Bolóm 24) i uxé tı k'ınılán ump'e k'ımbıtá tubá uyustán ja' k'a upıye' ik' tamá ja'.



Bonóm 24. Bo'b ibám ke tık'ıták tı bırnınlá (*A. tropicus*) i uxé tı top'ó.

Ni estanke debe ajník t'unú dok maya k'a mach ubuk'e' mut, ajsuts', sakiaj ajtóy, ja'il ajlách, jinda bajká uk'uxe'ob ni bo'b ibám.

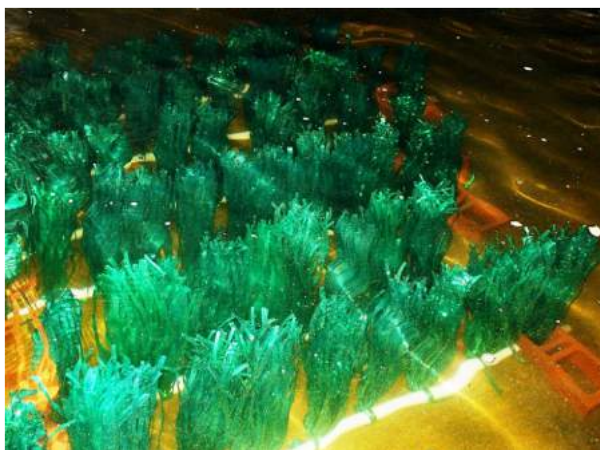
Jíndaba cheraj k'u'b mach choj upáse, pero mach tutoj seguru si mach ubuk'sintik i si mach ak'inintíntik antes ke uchén ubobín, si mach ach'ach'ajna'tíntik, tubá uyojesán ubo'b.

Yojón ke uyik'binte ormona LHRH-a

Jíndaba yojón uk'ine' k'enel patán, útiklistá estánke, cheraj mo'bch'aján de plástiku, uyúte listá ormona, uyákinté ixik ibám i irkák u'il an, útik listá anestésiku ta ja'il ñik'i, yik ajló ibám.

Ni estanke tiene ke ajník pokó i tikín antes de tuskák uk'u'b, ni ya'ba k'iní ajnik sik i kijík yabá ja' ni ch'aján k'a mach sitín ni bo'b. Ni bo'bke mach an upám ukús an i upuk'esán ja'.

Tubá p'isintik ni binínlába, ujo'b kichkínte ni ch'aján de plastiku, ukichkán ti tubu i uts'ilmajkán yabá ja' tu jo ni estánke ukiskán uch'ap kada tsolóm (Bonóm 25).



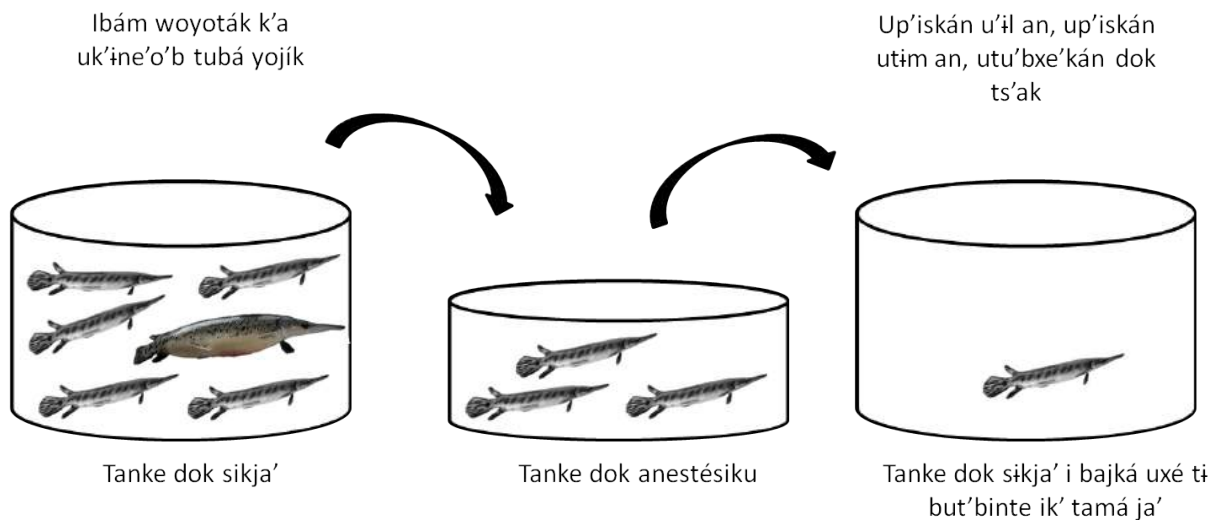
Bonóm 25. Cherob k'u'b tubó yojík na' ibám (*A. tropicus*).

Kualkier kolór uch'e' k'inkák mach uché k'ua' dok ts'isaj ibám, ke xoymiki uk'inileskán yiyix ch'aján, sik, ik' i k'intaján (Bonóm 26)



Bonóm 26. Yojón ta ibám (*A. tropicus*) ti ch'aján kolor sik, yix, ik'.

Ni iabmób puede útik entumí dok k'imbitá veterinario (Prilocaína al 2%) ta kristianu (Lidocaína, Procaína, aceite de clavo) o jin tubá ja'íl ñik'i (Metasulfonato de tricaína ó MS222, Benzocaína, Quinaldina). Tubá útik entumí mach k'iní útik k'en k'ua', up'iskán u'íl an, utín an, o tubá útik koloká umárka, tubá ninik' irkák umúk i tubá tu'bxekák dok ts'ak LHRH-a k'a jiksintik ub'inlé (Bonón 27)



Bonóm 27. Kachejdá uyúte entumí i kachejdá uyik'binte ormona ni ibám (*A. tropicus*).

Ni ibámo'b unimsén uxp'e fase tubá útik entumí; I utikñubá de ya'i usito' uk'ajalín; II Uch'inch'in kolobán. III Uja'in ubá uch'o'btí', ujúsesan unik' i mach unik' num ik' tu xech' (Bonóm 28)



Bonóm 28a. Fase I tubá iba'm (*A. tropicus*) entumidu.



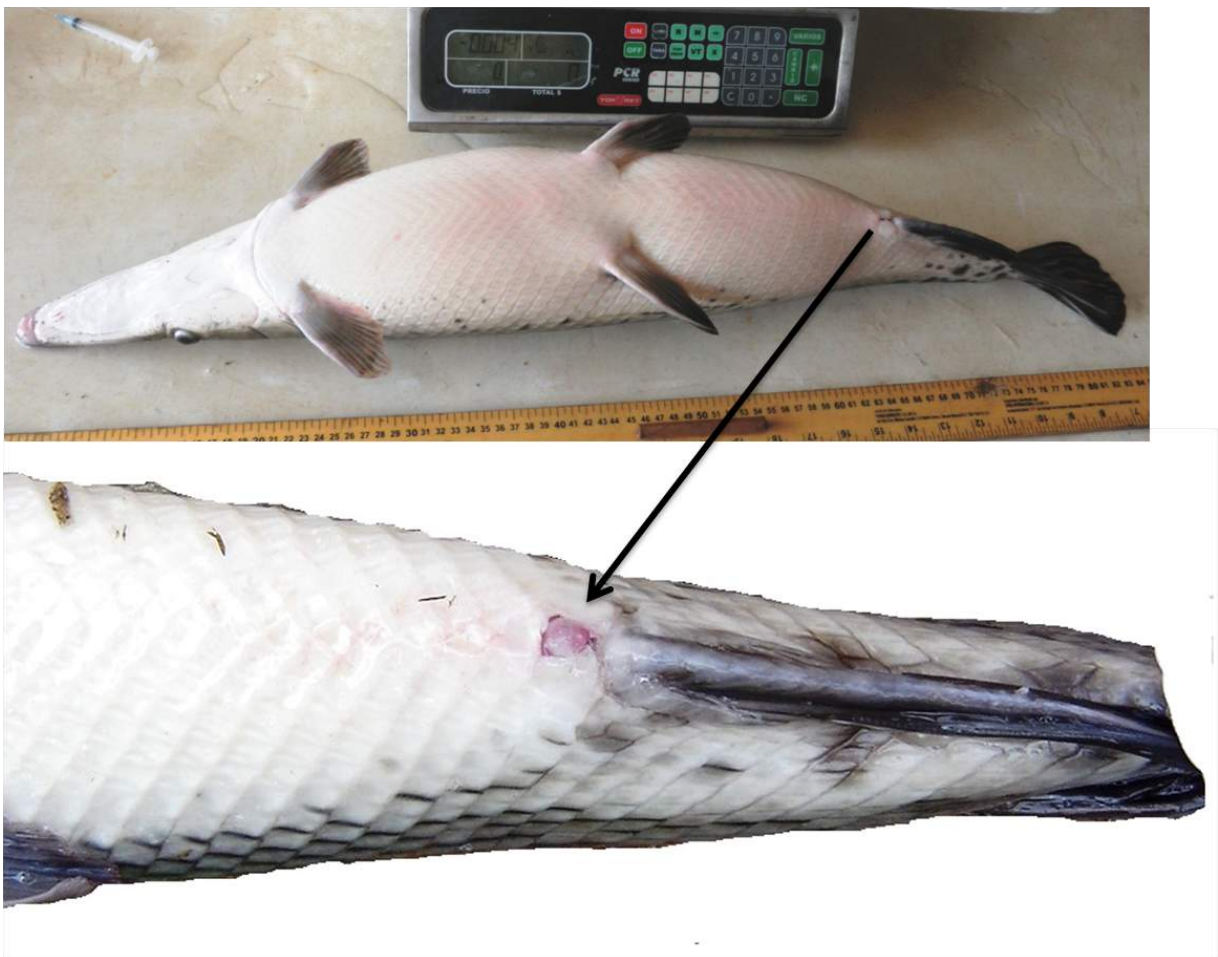
Bonóm 28b. Fase III tubá ibám (*A. tropicus*) entumidu.

Jik'in ni ibámo'b an tñ uxp'el fase uch'e' p'iskán u'il and ok balánsa, p'iskák utim an dok ump'e regla (Bonóm 29), útik marká tu pat dok plástiku k'a útik konosé, uninik' irkán, utu'bxekán dok ts'ak o up'o'kínte, uk'inkán anestesia, ujiksén ubo'inlé antes de yojik.



Bonóm 29. Irkák kamba utim an i ka u'il an uk'inintán ni ibám (*A. tropicus*).

Ni ibámo'b entumidu fase III uchk'mesán ubá i uk'alín irbínite aparte i upa'sinte muestra tubá ubo'b si utik'i ti yojón, solo k'ini táts'intik unik' i uyits'kán ka'an uch'o'b tu parte (Bonóm 30).



Bonóm 30. Na'ibám chiklek'an u parte i jochén ti yojón ni noj na'ibám (*A. tropicus*).

Jik'in uxupó ti yojón unimsínite ti tanque k'a uch'e' ubá i deya'iba uch'impikte'o'b ti' ja' i utik'e' núxe tubá puts'ik (Bonom 31). Jíndaba patán mach ujile'a i uch'e' chink'an kada na' ibam ke ak'inkíntik ti yojón.



Figura 31. Uch'e'ubá jik'in a'uti entumí ti fase III dok ibám (*A. tropicus*).

Ni aceite ta clabu ump'e utsil ts'ak tubá útik entumí ja'íl ñik'i, mach choj upase i use'en pimó tubá útik listá ni nestesia najtikí uxí'kan i ml. de aceite ta clabu tan 10 ml. De chij, deya'iba ukolkán 10 litru de sisikjá. Tan ump'e o chap'e minutu ututs'e fase III ta nestesia i ni tiempu tubá uch'e' ubá ubisán ka'chich ki k'ine'la ja' sik i dok ik' tan ja'.

U'íl an ni na' ibám uk'inkán tubá irkák jiy'p'e ormona uxé ti ik'binte i utu'bxek'binte tomp'e de 0.35 a 0.45 mg por kilu u'íl an na' ibám (Hernández, 2002), i unts'it ibám de 3 kilu uxé uk'ínilesán 1.05 ml ke uk'inintán ormona LHRH-a. Uxé ti pítinte tubá yojík de 12 a 18 ora i ixé ti jile'an ti yojón de 4 a 8 ora na' ibám de 6 a 8 kilu más ujile'an ti yojón ke na'

ibám de 2 a 3 kg. Ni ts'ak use'en úte listá, ump'e frasku de ormona dok 1 mg LHRH-a uxí'kán dok 10 ml dej ja' tubá tu'bxé'kintin, uníkinte tubá uxí'k'e'uba. Tubá tu'bxé'kintik uk'ínkán ump'e jeringa de 1 a 3 ml.

Ni ts'ak utu'bxé'kínte tumúk, uju'binte puts' ch'o'b ník' bajká an uparte ka upase ubo'b tubá na' ibám. Utu'bxé'kán tiki tuch'ejpá ka'an ubek'tá (Bonóm 32)



Bonóm 32. Muk' uju'binte ormona LHRH-a tu muk ibám (*A. tropicus*) i utu'bxé'kínte tuch'ejpá ibám cubanu o manjuarí (*Atractosteus tristoechus*).

Piska'b ke ayojí ulaj k'echkán ajló ibám i na' ibámba unínik' irkán tì cha'núm k'a wina'tintik si uláj yojesí ubo'b. Ni ná ibám ke uláj julé ubo'b uchektán k'a ukolobán tok'ka'a uník' i mach uník' kolobá k'u'a' tan uník', usite' u'íl an de 300 i 1500 gramu, tì k'u'b ni bo'b dok upámba sík alán u kolór i sit'it'ak.

Ni ajlo' ibámo'b jik'in uchí ubobín utok'yiró tiki uník' i usit'e u'íl an de 40 i 100 gramu.

Ajlo' ibám uk'í'nano'b antes ke utik'e' uchéno'b ya' i mach k'inilesá ch'ach'ajna'tintik dok ormona. Pero si awo awirán si uchén tubá ubobín chen entumí i wayín ak'í'b tu ník' i yits'í ka'an up'í' ch'o'b tu parte k'a apa'sbén uk'í'btún tubá útik analisá tì microscopio (Bonóm 33).



Bonóm 33. Pa'saj k'íbtún tubá ajló ibám (*A. tropicus*).

To'bsá ta bo'b

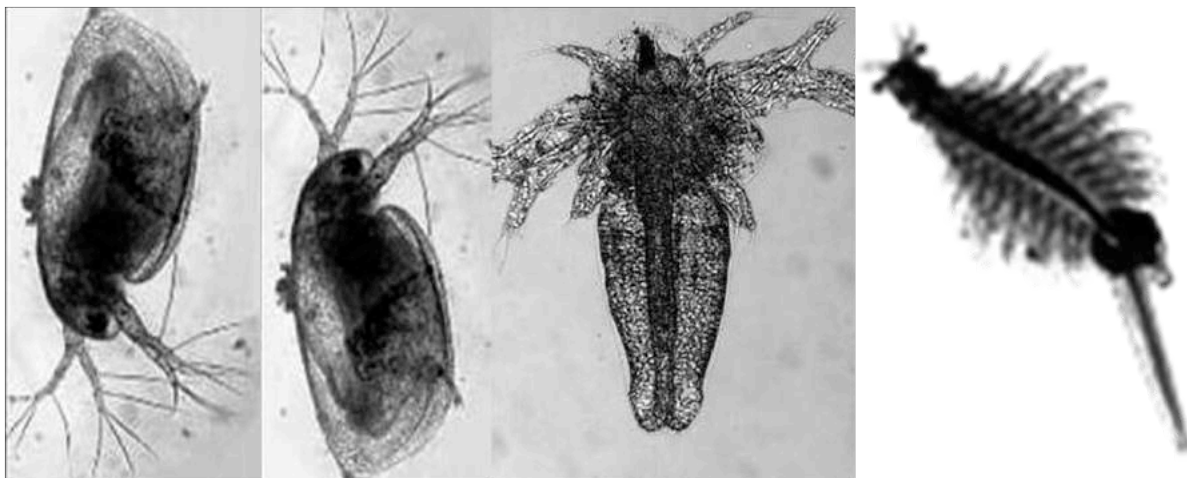
Mach ujile'a ta tup'ik ni bo'b, ubisán chap'e o uxp'e k'in tubá k'ínák uch'e' umuk' dok uch'ok sul ke an tan upát. Tubá top'ik uch'e' ute ti tánke bajká ajní ni bobín. Utikwán tubá top'ik de 28 a 30° centígrado. Deya'i de 36 a 48 ora uxé ti top'o najtikil chikch'ok ibám.

Jíndaba top'o uch'e' puk'ik o uk'uxkán ni bo'b, uk'ojpesán ñik'í si ubuk'e' pero mach ucherbé k'ua' otro ja'il ñik'iba ni uyuch'ja'. Ni bobín umijkinte dok ts'uts maya k'a mach k'otik ajt'urux ke jik'in utop'sen yal uch'e' uk'uxe' i uch'e' sitkintik chikch'ok ibám. Ni ja'il ajlách i sákia ajtóy jinda'o'b tiki aj k'ux chikch'ok ibám i ch'ok ibám.

Ts'isáj chikch'ok ibám

Jíndaba etapa tubá chikch'ok ibám use'en t'ibilán u'ílan 0.032 gramo i uno'an de 17 a 19 mm, uch'e' uwe'e ka ukolobán tan upát i uk'ínñesán ubuk'e' chimén we'e o kuxú tubá se'en tibilák.

Tubá buk'ik ka chikmikiták uch'e' ñk'bíntik nauplios ta *Artemia*, uyuch' ja', biomasa ta *Artemia* congelada i alimento balanceado, ñk'bíntik jíndaba we'e'ob uxik'bínte najtikil 5 k'in uyik'bén nímíták uk'úx tubá xot'il we'e i uyik'bén kuxlík (84%) ti najtikil 30 k'in (Bonóm 34).

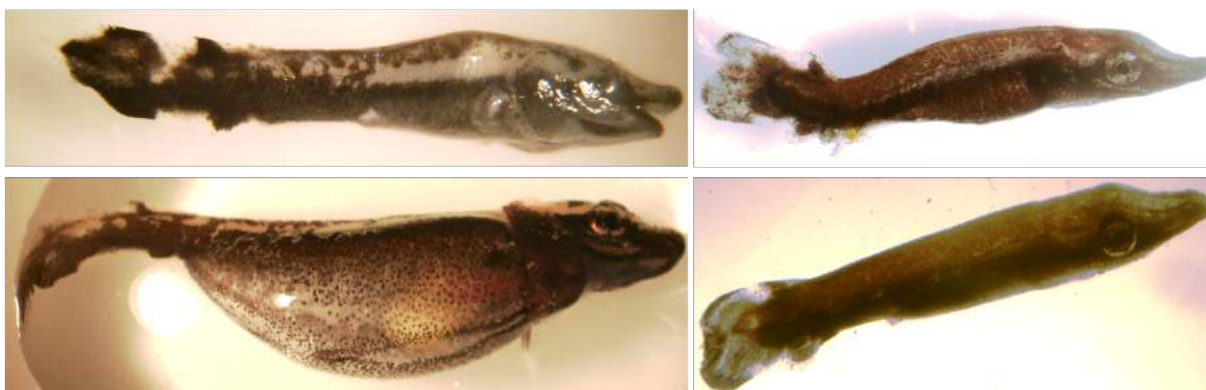


Bonóm 34. Uyuch' ja', nauplio i k'inil ta *Artemia* ak'inileskíntik tubá ubuk'e' chikch'oktil ibám (*A. tropicus*).

Ni uyuch' ja' i ni *Artemia* uch'e' mults'iskák tì mes antes ubobín, ucháyinte i uch'ujnínte tì congelación ajta ke uxé tì k'inilán tubá ts'iskíntik chikch'ok ibám kama' unajtikil buk'a ke uxik'kínte dok alimentu.

Ni ubuk'a uyik'bínte 4 unúm tomp'e k'in, ut'kán tì buk'sínte ik'sapán alaj 8 i ak'í'b alaj 8. Ni tanque ke ak'ínki tubá ts'isaj chikch'ok ibám ujela' kínte unúm o chánúm tomp'e k'in, upa'sínte ni kobo'btí' i ute' ka' mach k'ojpák dok uch'oknok'a.

Ni chikch'ok ibám ke upip'núxe, dok unik' but'uták, chok' unxím u'ik'ts'uten jut, use'en chinkán tamá bajká mach k'ojoták (Bonóm 35). Kási upéte ni chikch'ok ibám jin mach ut san uchimo'o'b k'a mach ubuk'o'b uts o ukolobán tubá k'uxkíntik dejde 10 k'in tu ts'iskán. Jinuk'a k'iní pa'síntik jik'in ukínintán 7 k'in tuts'iskínte chikch'ok ibám.



Bonóm 35. Chikch'oktil ibám (*A. tropicus*) dok k'enel uyáj; chok'tak, siyí uts'ompát, jusú unik, aj chunéj.

Piskabo'b utim an uní' i ututs'e yéjo'b ke utiklén uk'eche' uwe'e (Bonóm 36).



Bonóm 36. Uk'exe' ubá uno'an ní' ibám (*A. tropicus*).

K'iní buk'síntik uts, k'a ch'oktik ibám nimiták buk'síntik tu ora; ik'sapán jits'ták k'a uninsi ak'í'b jik'in abuk'síntik. Jíndaba etapa ujle'an 15 k'in i jik'in utspén ch'ije de ch'oktik ibám utik'e' uk'uxe' chere' buk'a.

Ni pa'saj chikch'ok ibámo'b uyúte jik'in utik'e' núxe tamá estanke (Bonóm 37). Upa'sinte dok mik de sitím máya i ti'i chuyú uyúte k'a mach ucherbén k'ua'. Uláj pa'sinte upéte chikch'ok ibám i uju'bkínte ti estanke de 70 a 2000 litru de ja' (Bonóm 38).



Bonóm 37. K'echum tubá chikch'ok ibám (*A. tropicus*) jik'in a irkí ti núxe ujunxoyamá estanke.



Bonóm 38. Tanke de 70 i 2000 litru ke ak'inkí ta ts'ísá tubá chikch'ok ibám (*A. tropicus*), tu chap'elmá uk'exbínite ja'.

Uchikil ilkínte pí'kák 10 chikch'ok ibám kaka litru de ja' i axé ats'isén tì 15 k'in xik'i dok ukuxú we'e i chimén. Ni ts'isaj chikch'ok ibám uyúte maj k'en k'a che'chich uts'iskán mach k'a otro ja'il ilik'i, bajká uk'e'nan up'íkínte uchikil ilkínte ke untú ja'il we'e tubá ts'iskíntik tump'e de ja'. Tubá kinintíntik uts ja' kixé k'í k'ine'la ump'e sistema de tanque bajká uch'uleskán i uk'exkán ja'.

Jik'in ni chikch'ok ibám utop'ó tì nuk na' ibába (6 kilogramos o más) uch'e' k'í tik'e'la k'í ts'isénla dok biomasa de *Artemia* congelada (Bonóm 39) uyik'bínite 3 o 4 buk'a ump'e k'in.



Bonóm 39. Buk'sayá dok biomasa ta *Artemia* congelada tubá ubuk'a ibám (*A. tropicus*) jikin ukinintán 20 k'in ubité tì ch'ije.

Deya'iba, uxí'kinte biomasa ta *Artemia* dok alimento balanceado ta 15 k'in (Bonóm 40).



Bonóm 40. Jik'in muk' uyik'bínte alimento balanceado tubá ch'oktik ibám (*A. trophicus*) ukinintán 25 k'in ubixé ti ch'ije.

Ts'ija tubá ch'ikch'ok ibám uxupó uch'ije jik'in uk'oté 30 k'in deya'i utik'e' uch'ije kama' ch'ok térom ibám, ni bik'it ibámob ukinintán utin an 6 cm, i u'il an de 0.6 a 0.7 gramu. Bajká at'ibilí uno'an 12 cm ukinintán u'il an de 6 a 8 gramu. Jínda'o'b nimiták uk'uxe'o'b alimentu balanceado i bádaba k'ini yá kintik tu tim an (longitud total) k'a ts'isá ke uxé ti ute ukinintán ump'e utim an (Bonóm 41).



Bonóm 41. Yikóm tubá térom ch'ok ibám (*A. trophicus*).

Tuba ts'iskák ch'ikch'ok ibám uch'e' ki kinilesánla alimentu tubá jits'ol ch'okbuch' I i ch'okbuch' II ukinintán 52% proteína i 16% pok'má, ut'ibilán tubá jíndaba alimentu yoko jin tubá ut'ik'e' nimiták ubuk'e' alimentu balanceadu ta ch'ikch'ok ibám, tiene ke ki k'ajti' inla ke ajk'ux kuxuwe'e'o'b dejde ke utik'e' ti buk'a.

Ch'ok ibám

Ni ch'ok ibám ujile'an uxp'e mes unajtik'íl ch'ije k'í ik'bénla uk'ab'a ch'ok ibám I i ukinintán ujile'an 30 a 40 k'in, uchap'el ch'ije k'í ik'bénla uk'aba' ch'ok ibám II i ujile'an 50 a 60 k'in. Tu ch'ije ni ch'ok ibám ni térom ch'ok ibám ut'ibilán ut'ím an 1.3 a 2.2 mm jump'e k'in i uch'ije u'íl an de 0.88 a 1.3 gramu jump'e k'in.

K'en t'í ch'ok ibám I puede ts'skák 150 ch'ok ibám por m² i puede ajnik de 30 a 40 k'in, jik'in utsupsén ajnik jíndaba tiempo uk'oté u'íl an de 10 a 24 gramu i uk'oté t'í t'ím an de 14 a 18 cm (Bonóm 42).



Bonóm 42. Jik'in uxupó ni ch'ok ibám I ni ch'ok térom ibám (*A. tropicus*) ukinintán u'íl an de 10 a 24 gramu.

Ni ch'oktik ibám ukinintán to unúxil wich' ke atop'i dok jíndaba uxé t'í ajné dok k'a xupík uch'oklé.

T'í ch'ok ibám II uchén seguí uch'ije de térom ch'ok ibám de 10 a 20 gramu ajto ke k'otík u'íl an 100 gramu (Bonóm 43). Uch'ijeskínte t'í 60 k'in, k'iní tik'í ts'iskák 25 térom ch'ok ibám kada m².



Bonóm 43. Térom ch'ok ibám (*A. tropicus*) de 25 cm i 100 gramu u'íl an.

Tubá ch'ijik uts ni ck'oktik ibámba tiene ke ujék'omesán de 150 ch'ok ibám por m² ukolobeskán 25 tì uch'ijibá etapa II. Chedá uyúte ajustá Ni uch'ip ka'an tì ch'ije, jíndaba uyik'bén se'en ch'ijik ni ibámo'b. Ni ch'oktik ibám II etapa uch'ije más u'íl an i utim an ta ibám.

Ni alimentu uyik'bínte uk'uxe' ni ch'ok ibám 7% u'íl an, jíndaba buk'a tump'ek'in upúkinte jik'in uchén toká k'a nìmtako'b tì buk'a jik'in uyik'bínte térom ch'ok ibám.

Uk'inkán alimentu tubá jits'o'buch' jin uwóse pan ja' uk'inintán 45% proteína i 16% pok'má, 1.5 mm ut'ibilán tubá ch'ok ibám I i uk'ebínte a 2.5 mm ta ch'ok ibám II.

Pok'mesá

Ni pok'mesá ibám ust'iskínte ni térom ibám de 100 a 120 gramu ajta ut'ibilán de 42 cm i u'íl an de 550 gramu, Jíndaba uno'an i utim an uts'an tubá chokák ka' ujile'an de 5 a 6 mes (Bonóm 44).



Bonóm 44. Estanke tubá pok'mesá ibám (*A. tropicus*) dok alimentu balanceado ti Otot - Ibam, SPR de RL de CV, Komalkalco, ti Ránchu.

Ni alimentu ke ikiniheskiínte tubá pok'mesá de 32% de proteína i 10% pok'má tubá jits'ol buch' cheré tubá wósik pan ja', ut'ibilán ukiniintán 3.5 a 4.5 mm. Uyik'bínte kada ump'e k'in 3% u'il an i ujk'kán ta chaple o uxp'e unum ni alimentu.

Jik'in uts'iskínte ibám ti estanke de concretu tubá sútintik de 1.9 jínda yo uy'ile' ke kada kílu de ibám ke uch'ije uk'iniheskán 1.9 kílo de alimentu. Tubá usu tunubá ni alimentu ujek'omán a 0.9 si k'i chénla ni pokmesá ta ibám xik'i dok otro ja'il we'e (Bonóm 45).



Bonóm 45. Pok'mesá tubá ibám (*A. tropicus*) ti estanke de ka'b ti Otot – Ibam, SPR de RL de CV, Komalkalco, ti Ránchu.

Ch'ok buch', m'ilu, ixchikni', ixsardína, yokobuch', jínda uwe'e ni ibám tujutulch'ije (Bonóm 46). Ti estanke de ka'b uch'e' útik mulch'ije dok jíndaba ja'il we'e dok ibám, uchén aprobechá ukúxu we'e dok alimentu tubá mulch'ijik.



Bonóm 46. Yoko ja'il ik'ik'i uch'e' tubá uk'uxe' ibám (*A. tropicus*) jik'in muk' upok'mesínte ti Otot – Ibam SPR de RL de CV, Komalkalco, ti Ránchu.

Ni kéch ibám uxé tì úte jik'in uk'inintán uno'an i u'il an tubá chonkák, tiene ke yákontik k'a winátíntik biyi uk'e'nán an, ucho'an, uts'itil mul il an i kachejdá an ni ibám (bonóm 47).



Bonóm 47. Yikon tubá ibám (*A. tropicus*) tubá chonkák ka' kuxú we'e.

Ni ibám puede ajník kuxú tì tanque i estanke bajká ujirán ajnume'ob, mach k'ini ju'bintik ik' tan ja' i ajmano'b puede umine' kúxu ibám tubá uwe'e.

Ajk'uxóm

Ni ajk'uxóm utsimsén 2.2% jik'in utí'kán tì chonkán i utuskán kachedda uts'iska'n. Tuba jek'omák ke mach uk'uxlán ulótu'b tiene ke útik kuantu patán dejde utikán tì tsiskán chikch'oktik ibám. Najtiki upa'sínte chikch'ok ibám ke baldaw an, jin upipi'núxe, ukolor, uno'an, kiskák jíndaba ibámo'b uchén podé utik'e' uxerek' k'uxlán i jíndaba buya puede utsupsén uk'uxe'o'b o kolobák woch'oj k'uxu'ob (Bonóm 48).



Bonóm 48. Térom ibám (*A. tropicus*) uch'e' ubá ka awoch'ojk'uxkí tì nej ka pìntik k'uxi chan.

Ni cha'núm patán uyúte ninteskíntik tì buk'a dok alimentu ke use'en na'tesán. Ni uxnúm patán uyúte yìkóm ta ibám, p'iskíntik utim an kada ts'isá ke útik.

Uyilkán ke ní ja'il we'e más nojba uk'uxe' jin más p'i'ba i ibámba ch'e uchen uk'uxe' ulót más p'i'ba (Bonóm 49).



Bonóm 49. Ajk'uxóm ta ibám (*A. tropicus*) unumé k'a an upipř' n'an.

Ok'a uk'uxe' ulóto'ba, k'a jik'in chikch'okták tóba i ch'oktik ibámba chedá a ts'iskí :

1. Uxák'i ubá chikch'ok ibám dok ðlna' t'ðbil na' ibám i bik'it.
2. Chikch'ok ibám mach muk' ubuk'sínte uts i mach animteskíntik uts, ni najtikíl buk' ke uyik'bínte tump'e k'in uyik'béno'b oni ora lo ke a ðbíntik ubuk'sén.
3. Ni kristianu ke ubuk'sén mach ujek'e uts alimentu tupéte tánque o estánke, mach unínik' irá si uláj buk'e' alimentu ni ujirá si' an uts ja'.
4. Ya'an nuk ibám, térom ibám, bik'it, mach totój uts, chípo' chípo' chípo' ti estánke.
5. Ni ibám chípo'chípo' o baldaw utik'e' pipi' núxe, up'istesán uxuxlé chikch'ok ibám ke mach k'ojoták ya'i utik'e'o'b uwóch'oj k'uxe'o'b ajta ucherbén uyáj.
6. Uno'an ubúk'a más noj ke uno'an uti' tubá chikch'ok ibám i mach uché podé ubuk'lán.
7. Mach totoj utsták ubuk'a ta ch'ok ibám jinuk'a mach uk'uxlá i util'e'ob buya entre ude'o'b kada ratu tupéte estánke.

Jik'in utop' oba, mach uché k'ux, utik'e' uk'uxe' uba'o'b jik'in mach an kuxú we'e uk'uxe'. Jik'in ibámo'b uk'uxe' ulóto'b uch'ije más se'b ke dok otro ubuk'a. Jik'in uchén ubobín ti nabo'ba utik'e' uk'uxe'ubo'o'b i uchéno'b; k'a se'en ch'ijiko'b i bixíko'b ti puts'e k'a mach uk'uxlán otro ajk'uxóm.

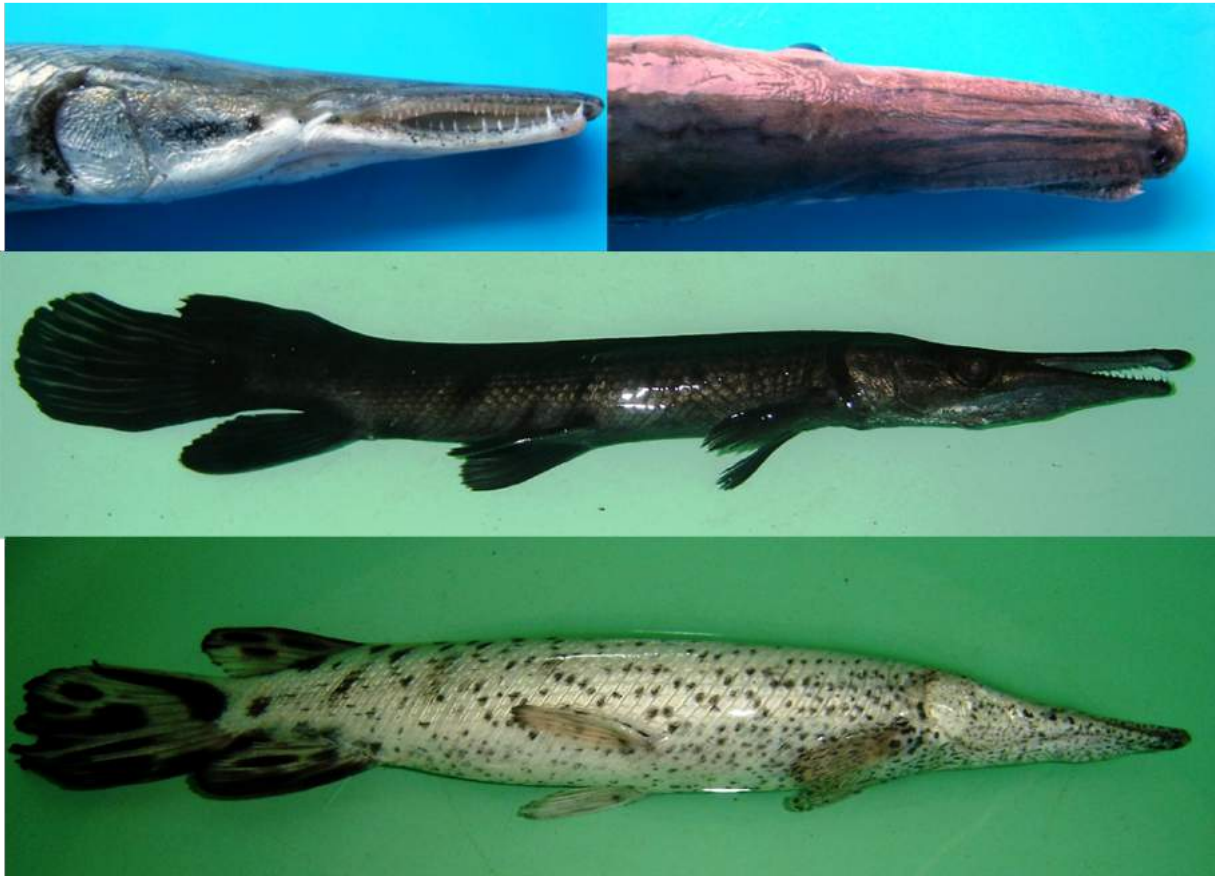
Baldawo'b

Najtikíl ts'isáj ibám uyúte jik'in upáse baldawo'b ka chikmikíták. Tu juntul ch'ije, kasi mach ujirká ti na'b i ti ríu, mach uch'ijo'b ke uk'uxkáno'b dok juntulch'ij ðik'i ke ya'an tu junxoymá (ja'ðl weè, muto'b, cháno'b, ajsúts'o'b, uyúch'o'b, sakia ajtyo'b, i otro ajk'uxómo'b).

Jik'in uts'iskán chikmikíba kasi mach upase k'en baldawo'b de kada 100,000 chikck'ok ibám 0.2% upáse baldaw, k'a uyákinte ke upápo'b mach k'ojoták i ts'íkiták kamá uk'ínileskán.

Ni baldawo'b ke a'uti ti irkámba jínda'ob udé:

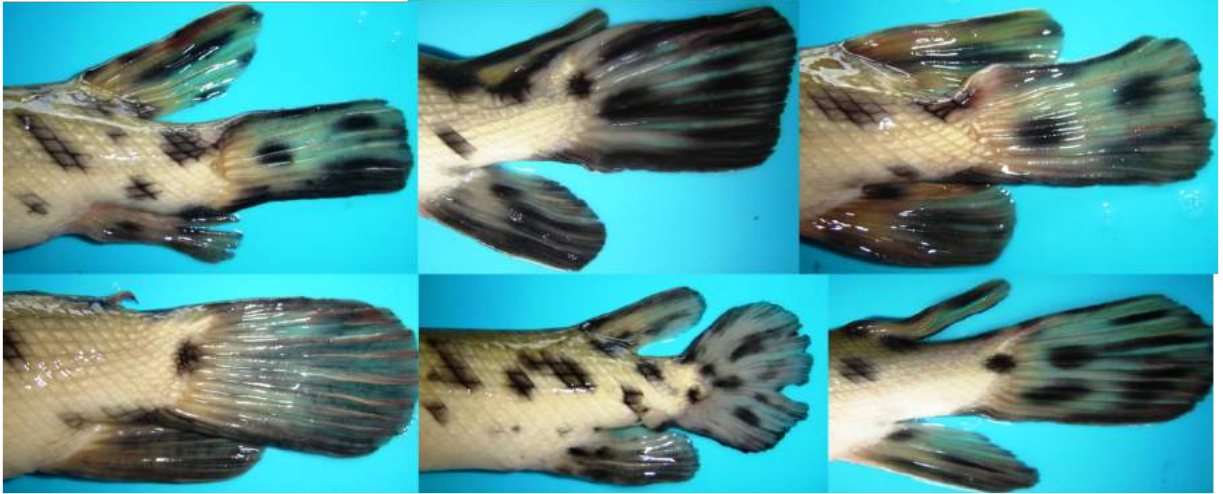
- Chok'o'b o mach totoj ajchk'ob, mach'an unxín o cha'xim ujút, upípi' chen núxe, uxóyin chen núxe, tómlaj ik' upete uyak'o (hipermelanismo). Mach ujirá uts ujunxoymá (Bonóm 50).
- Unxík' uni', uxík'tí' utits' níménuba (Bonóm 51).
- Xoyka'a uni tunój (Bonóm 54).
- Xoyka'a uni' tuts'ej (Bonóm 54).
- Kom u iskíl xík'tí', luchka'a (Bonóm 54).
- Xoyka'a uxík'tí' tuyabá (Bonóm 51).
- Ajchuni' kama' uxp'e' ch'ejpá (Bonóm 54).
- Mach an uwich' o xerek' (Bonóm 52).
- Uxupibá umúk mach ts'iki (Bonóm 52).
- Chap'el pan (Bonóm 53).
- Siyka'a utamílá upát (Bonóm 55).
- Siks'étán kasi upéte upát (Bonóm 50).
- Xík'il baldaw.
- Ujúse uník' tubá utis jik'in chikch'októ.



Bonóm 50. Térom ibám (*A. tropicus*) mach'an unxím ujút, ik'ts'után upete uyak'o, mach uchiné i mach an unxím ujút i síkts'étán.



Bonóm 51. Térom ibám (*A. tropicus*) dok uxik' tu ní, chinka'a uni', mach'an u iskil xik'ti', uts'an i mach baldaw.



Bonóm 52. Uchunéj, uch'o'bta', unéj i uchun unej baldaw tubá ibám (*A. tropicus*).



Bonóm 53. Chikch'ok ibám (*A. tropicus*) dok chap'e upám.



Bonóm 54. Pim ibámo'b (*A. tropicus*) luchka'a uní' tunój, tuts'ej, ka' uxp'el ch'ejpá i luchka'a.



Bonóm 55. Ch'oktik ibám (*A. tropicus*) ts'eteták utámilpat.

Rey unli'b ni ibám ke uk'oté tì nuk'an kama' ajní ch'ikmiki.

Uyájo'b i uts'ikilkán

Ni ibámo'b ke ujuntulch'ije puede ubisa'n tuyak'o uch' tubá ja'íl we'e (*Argulus mehani*), jíndaba uch' uchén podé ximbilák tu tí', tu xech' i tu wich. An otro uch' tiki ke debe kí

jek'omesánla, kama' nematodos (Chávez et al. 1989) céstodos (Reséndez y Salvadores, 1983) i bik'it copépodos i tremátodos.

Jik'in muk' u ts'iskinte ti kuarentena tiene ke ajník sik i uts ja'. Usik'an pitsí; yix ulán, yix, kus uch'e' irk'an kachejdá ubitxé ni patán ti kuarentena. Ni ja'ba uk'exkán bajká uk`ilén por m³ de ja', untú ixík ibám i 9 ajlo' ibám (15 kilogramu de kuxu biomasa) puede uch'e' ti kuarentena tamá ump'e k'imbitá de 1500 litru de ja', uk'exbinte ajump'e k'in unjék' de jak' o ulaj k'exbinte upéte kada ump'e k'in. Tiene ke irkák ke mach túts'ik lama, ke uk'uxe' chikch'oktil uch'. Ni k'exja' kada ump'e k'in uyik'bén mach ajník ja'il aj uch' ka muk' uch'ijeskán ni ch'oktil ibám i mach uyut gastá dok ts'ak.

Ni k'imbitá bajká muk' uch'ije ti kuarentena ke uch'e' bonkák, ujulbinte tan, ujóchinte, upá'sinte tan k'in i uyik'binte kloro. K'initiki ke tamá ajník ts'iyim k'a uch'e' jojék' uts k'a mach utik'e' ubá láma o uyéch ja'. Dok ja' sik ti tanque ulaj tsimsinte kasi upéte uch' tubá ibám.

Ni ch'ok nok' (tenias) ujuntulchektán, k'a ti tanque ti kuarentena uttsè ka' sisik tirts' nok. Tubá tsimsintil, uyik'binte ts'ak ton buk'a, untú yok ch'k ja'il weè puede ik'bintik dok, uju'binte ton tokpá o tu bek'tá ni ts'ak de ya'i uyik'binte uk'uxe'.

Tubá jindaba ts'sayá uyik'binte kuxú we'e i ts'its'its' ubixé ti nimteskán uxik'í buk'e: ump'e buk'sá dok kuxú ch'ok ja'il we'e i ump'e buk'sá dok kuxú ch'ok ja'il we'e i ump'e buk'sá dok t'ot'o ja'il weè o unteruntú (chimen ch'ok buch'). Uyik'binte kada ujump'e k'in ajta ke na'ik, mach ti uyolín uk'uxe' piska'b ke ak'echkíntik, pero tiene ke pitintik, ujits'o uxé uchén ke buk'ik.

Baytril i 3 sulfas ts'ako'b ke uk'ak'a' k'ine' veterinariu tuba utsimsén ts'uts' chok nok' uk'aba'a'b gram positivas, gran negativas i hongos. Uk'inileskán 1 ml ts'ak tubá 1 m³ de ja' tubá xup'e k'in. Upete k'in uk'exbinte upéte ja'.

Uyilé' veterinariu ke k'inkák unúm ts'ak pero si mach uláj tsimséba usujté ti cha'núm ik'binte ts'ak ajta ke ts'ikteskíntik 6 ump'e k'in ti ts'ikilkán.

Kloro tubá utik' desinfectá. Uk'inileskán tubá útik desinfectá k'imbitá, charolas, pañu, manguera, uyí'binte unli'b. Uyik'binte 1 ml de kloro tubá 10 litru de ja'; ujela'inte ni

k'ímbitá dok ja' sɨk, uyí'kán tɨ tikin i uch'ujnínte tubá sutwinik tɨ kɨnɨlán. Tubá suki'ok che'chichbá uk'e'nán uyikbín̄te.

Tan tubá ik'bíntik ti estanke de cementu, usúkinte tubá laj techkák lama i p'os ke utik'e' ubá uyí'kán ujirán k'in 24 hora. Uk'inɨleskín̄te tubá kolbíntik tu ch'ejpa'ob i tɨ pisu. Uyí'kín̄te ujirán k'in 24 hora desinfectá i piska'b upojkín̄te k'a pa'síntik ni tan. Ni estanke ubut'kán dok ja' i usujté ti julkán tɨ chán̄um.

KACHEJDÁ
UKININTÍNTE IBÁM TI
RÁNCU

CAPÍTULO IV

KACHEJDÁ UKININTÍNTE IBÁM TĪ RÁNCHU

Ni ja' kontinentalo'b ubut'esán 73, 027 hectáreas (ha), de jíndaba 484 ukinintán pak'in but'u nabo'b (Rodríguez, 2002). Uk'íblé yóko ibám usákin ri'u'o'b, nábo'b, tĭ júmen ka'b dok k'enel ja'il bininlá, jasintál, bininla'o'b, espadiyal, to'o. Ukinintáno'b uk'íjĭ dok ajuíchu' ja', te'elpátu', ajchíku', zarigüeyas, til, t'o', sakiaj martín, ijíno'b, kuantu kláse de ak tĭ tsajil, ja', ja'il ilik'i kama' íj sardina, íjchikni', ajpíx, kuántu yokobúch', milú, t'ot'i kuántu uyuch' já; remeru, ajchíncha, ja'il ajlách, patinadores, chikch'ok uyúch' uwíle'o'b kama' ajt'urux, ajnáp'ik i tan bininlá tiki umuke'ubá sákia ajtóy.

Tu ch'ijibá, ni t'ibĭl ilik'i uk'uté jin más bík'it i mach otótoj k'ot tĭ k'ak'a' no'ano'b k'a jik'in utotáj top'o'b, iliki ke ya'an tĭ kuxté ya'i ipipĭ' iliki uk'uxlán.

Ka'an jíndaba kábo'b ya'an tiki tikin bininlá o k'unemá ke jik'in ubixé tĭ ja' uyik'bén umuk' ta ch'ijik k'enel uch' ta ja' ka'chich woyóm uyúch' ja' i tubá kénel woyón uyúch' ja' i tubá k'enel woyóm uyúch' ke uwíle'o'b ke jok'in chikch'ok tóba uch'ije'o'b tĭ ja'. Ni k'enel bininlá i ja'il ilik'i ke uyik'e' no'ak noj to'lá i jíndaba uyik'bén ch'ijik ka' chichká ukuxté ni ibámo'b, si utútoj kinintinte upéte ilik'i ke an ujunxoymába uch'e' kĭ ile'la ke íbámba uxé tĭ pák'in ajné pan ka'b.

Si upéte lo ke kuxuták tĭ ja ki kinintánla tĭ pak'in ajné, si kiránla muk' uxupó uch'e' kĭ sutáts'inla i kinimtesánla tĭ se'en ch'ije.

Kinĭn tubá ibám tan ka'b tĭ Ránchu

Tĭ yokoja' ka ukinintínte (ANP's) tĭ Ránchu uch'e' kachejdá ukinintínte yokobúch' tujunxoymá, najtiki ko kinintínte tubá Biósfera To'olá tĭ Centla ke ukinintán k'en ka'b dok 303,706 ha. Ko kinintínte tiki i Parke Ekológiku tĭ municipio an tiki kách'e ik'kák tĭ kinintínte, na'b tĭ ilusión dok 198.4 ha. Parke Yunka' dok 2009.8 ha, na'b tĭ Lima dok 2 ha. † tĭ na'b tĭ Májis dok 34.9 ha. Tĭ na'b ka'an k'enel ilik'i ke mach ukinintíntik kamá El Negro dok 14.8 ha, El Espejo dok 44.4 ha, Santa Rita dok 42.6 ha, La Aduana dok 14.2 ha (Rodríguez, 2002).

Tubá kinintíntik ni ibám tĭ ANP's kixé kĭl'e doko'b 6 aksión ke ut'une'ubaá dok:

- 1) Sutniník tì chajkán ka mach totoj an debe de pa'sítik tak'ín tubá aj sakia i útik estudiá dok bajká uchén jinda patán k'a sutáts'intik jínda ja'íl we'e o si mach inik' ch'ij o muk' ulaj xupó. Tubá útik jíndaba patán uk'inílán útik uxp'e k'ua'; najtiki tiene ke ajník tì ts'iskán miles de ch'óktik ibám ka uts'iskínte, bajká uye'kán káda uté ni ch'ok ibám i ik'kák tì bpbín uxp'e unja'b i útik prepará uts bajká uxé tì yojón i bajká uxé tì ts'iskán. Ni chap'el patán uxé tì úte dok bajká yuní kachejdá utop'o ka uxé usutáts'ino'b, ni yikón uyúte k'a kolobeskák ch'ik mikí ni woyóm yóko ibám más utsták. Ni uxp'el patán uxé uyolín ilbintik ajts'isa'ob tubá ukinintán lo ke yo si ujiráno'b kachejdá ukinintánob ni ja'íl we'e, ke kolobák tan uk'ajalíno'b ke jíndaba rekursu natural pitsiták i muk' use'en xupó, i k'iní útik ump'e manual tubá k'ikák tubá útik maneja' ekosistema.
- 2) Tubá uyóko kinkán ko valor ukinintán ki kinintánla tì Ránchu, uk'inílán ke ajkij'ob utik'e' uchén patán tubá kinintintik i pak'in ajník ti kijí. Tubá k'otík ti úte, k'iní nimsintik tì televisión, tì rádiu ke uchén mediá, ke uyik'e' información tubá yokokinkák aj ta tì bik'it kaj ke namás ukinintán ump'e uradiu dok bateria.
- 3) Upúkinte ni rekursu natural jik'in uyé tì yojón; tojkák ko k'echkínte kada ump'e k'in; temporada i unja'b, u'il'an i utim'an i ka mach uyút sakia. Jíndaba tiene kexík dok estudiantu tubá uk'e'nán tì ANP's. Tubá útik, k'iní ajník tiki instituciono'b woyóm ta ajsakía, gobierno, investigadóro'b ta institución ta educación superior.

Ik'kák ajta káda uxé ti no'an utiskún beneficio ke na'ibám i ajlo' ibám uxé tì chajkán k'a aj sakia uxé uyunina'táno'b ke ukinintán tubá top'ik k'a nimitáko'b lo ke uchén untú. Ni na'ibám más noj ujule' mas k'en ubo'b i uk'enán más ch'óktik ibám.
- 4) Utik k'a kolobák uts ka uxé ujulé ubo'b na' ibám i woy k'ak ch'óktik ibám. Chedá ukinintinte i ukolobeskán bajká kada unja'b uchén ubobín ibám, tì ch'óktik kaj yuwiták káda uchén i uchén correspondé ch'óktik kaj ukinintáno'b. Mach debe útik sákia jik'ín uxé uchén ubobín ni ibám, ik'kák letréru k'a ilbintik aj sakia ke mach uch'i k'echkintik k'a ajkijí muk' ukinintán.
- 5) Educación ambiental tubá kaj ke ya'an tì ANP's i ka noxi'kaj. Utik patán k'a ajkijí uyik'e' uk'ajalin tubá ukuxté ta ibám, kachejdá ukinintinte, kachejdá muk' uxupó k'a muk' ulaj k'echkán; mach an bajká uyile' ke mach k'chkák. Ke jin ya' to ute'o'b tì ch'ije

t̄i kájo' b i t̄i t̄'ib̄il kájo' b yunina'táno' b tubá mach xupík lo ke k̄i kin̄intánla. Kin̄i k̄i kin̄e'la lo ke an tik kijíla tubá upéte ajnojá tubá uwina'tánla kóde kixé kichénla i útik planiá tubá desarrollo ta t̄i Ranchú.

- 6) Ja'íl ñik'í t̄i tik̄iw juntulch'ije dok ibám ke más uch'e' ts'iskán. Ni mulch'ije ta ibám dok otro ja'íl ñik'í kama' yokobuch', ixkerech', ti'k'ak', ijchikn', milú, ijsardína, uyik'e' mach t̄'ib̄ik ucho'an tubá ts'iskíntik.

T̄i bik'it kaj uch'e' ts'iskák kachichká; t̄i woso' jaula, tan chén ko buk'a bek'et, estanke ta geomembrana, de cemento o ka'b, uyik'e' ganancia por cada ch'ijon. Jíndaba cheráj ts'isa a'uti dachijtoda; ni Universidad Juárez Autónoma ti Ranchú uchají 40 mil ch'ok ibám ti rú González i t̄i na'b "El Horizonte" ti década 90. Ni organización civil Yokochán ibám t̄i 2008 i 2009 asuntwiní t̄i chajkán 10 mil t̄'ib̄il ibám t̄i rú Carrizal i 10 mil térom ibám ti na'b de Las Ilusiones, dok Fundación Wal-Mart ti México i ni Fondo tubá Medio Ambiente Mundial (FMAM/PPD/PNUD). T̄i 2010 asíjintik tubá chajkák 10 mil térom ibám t̄i dirección tubá Reserva tubá Biosfera To'la t̄i Centla tubá Sociedad ta Producción Rural Otot-Ibam i Fondo tubá Medio Ambiente Mundial (FMAM/PPD/PNUD).

Kin̄intíntik ujump'elmá ch'ijibá utiklén ch'ijik mas p̄inte', ni ukijí ujuntúl ch'ije ni ibám, ukin̄intínte kachichká upisibá ke a'nti t̄i ajné más de 70 millón de unja'b. Sutwinik ti úte ukinkán ta ukijí, uchén permití utik kachejdá uch'e' kin̄intíntik dok uts ukuxté. Ni ja'íl ñik'í t̄i juntul ch'ije tubá ibám uyik'e' oportunidadá tubá ch'ijeskák ta uk'uxkán dok ump'e ts'isá ke utik uts k'a pásik pitsí ibám i j̄iksíntik ni sakia ke uchen gente i si ukin̄intínte jíndaba ja'íl ñik'í tu yotót ka k'alín an t̄i Ranchú tubá lo ke ya'to ute'ob.

Ts'sají tubá tikuxté; sakia ta ibám a'oní

Ni ibám lo ke uye'e'onla tan k̄i noj ka'bla tubá t̄i Ranchu; jín ni ja'íl we'e ke más uyute konocé tik ka'bla i rey sikbí tik̄i uch'a ajsakía'o'b. Oní ja'b ukin̄intán ke aj sákia'o'b ukin̄inkí'o'b ka'chichká uchéno' b sakia tubá ibám icheda:

Sakia dok chach de bejuku, jíndaba sakia uyute dok dok umpe chach ka atómlaj kijí ja' ke ukolobesí lup, uyile' ajsakia'o'b ke chedá anajtíkíl úti sakia ta kina'kajla. Najtíkíba jínda ach'ul ajní tubá útik sakia cheré dok utibá ke an tì nojka'b.

Sakia dok machít, uk'iníleskán ni machít tubá tsepkák ibám ka uchén ubobín ke usákin ka an más kom i tutí' ríu ya'i utseplán tubá u tsimséno'b de ya'i uch'uch'uno'b.

Tì sapew, jíndaba sakia uyúte dok we'el ixtsúk ke uyík'bínte yabá te' jik'in an lup.

Lo ke uyúte najtíkí tubá útik jíndaba sakia, usakinte jukib, ba'b i páli'b, ajnik listu tubá sakia.

Lo ke uyúte tì cha'num usákite uwe'e o untú ix tsuk ke upojlínte ton k'ub tsopoták tì chikch'ix tan noj lup i uk'alín tsínsínite dok upat noj machit, uchimen yiró pan ja' deya'i ujb nte upichilé k'a uyuts'u ni uyai muchí t'isiknák tì ja' ke jik'in uyútsún ni ibamba uxé usakin ka'an; deya'i ukichkán yabá te' tubá t'kák ni sákia.

Lo ke uxé tì unxúm úte untú aj sákia ke ya'an tan jujúb ut'ibó tan te' dok upáli'b utuse' ubá k'a mach uníkin ubá, jíndaba uch'e' ke ní ibamba mach ujírán si ya'an untú tante'. Widá uxé tì ajné ajta ke tuts'ik ni ibám uxé ujulbén upáli'b tubá ukek'e' deya'iba ut'ibsén tubá ujule' tì ch'aján ka utsóp kiche' i uchen segui upítin kotík más. Después ke uyóko k'echíba ubixé tuyotót i uníts'e' ubá otro aj sákia ke ya'an nits'† dok juku'b tubá ut'í'bsén ulót i ibám.

Chiktayá, tì ak'†b iuch'inch'in bixé aj sákia, uchiktán tu tì' ríu dok kandil cheré dok gas tamá lata i nok', akíníleskí tì ni chíktayá dok karbúru, uk'†hlán untú aj sakia ku ukínintán puntería tubá u xek'e' ni ibám si máchba mach uxíu uk'eche' k'ua', yákinó'b nuk padre ibám k'a jík'ímiba ajní kuántu ibám i mach uch'†mlá bik'it ††k'iba.

Ts'ají tubá ibám

Uts'aykún ajyoko patán tìjan tì Yixtúp ke oní upatán uchén pik' ixix i pik' ts'in. Ni ka'b upak'in bixé tija'.

Tì mes marzu, ajpatán'ob tì ján utiké'o'b upik'lán ixím i t†† pté cho up k'beno'b ts'in, chedá ubixé tì mulch'ije. Ni ts'in uíle'an tì ch'ije 6 mes en adelante, pik'† antes ke uk'echel lup. Che'chich uníntesí upik'e'o'b ni aj yoko patán tì jam; ump'e k'in utik'í tì kaye ja' i tì kaye ja' i tì kaye ja' ni ja'mach uyiktá tì kiró, ni cielu uxeraj yiró. Ni ajpatano'b u k'ají uchók'a mach

usite' uñauque mach upa'sí ni ts'in k'a mach uyik'bí tiempu uchi'o'b prekurá upa'séu ixim ke más ujile'an ch'ujú; k'a ni ts'in, mach uxía tì jile'an ch'ujú jinuk'a ukolobesi'o'b.

Utik'í tì numé k'in, ak'uti lup, ni ajpatán tì jan ujirí kache' uyik'i'o'b tì sitó upa' ts'in. Uchi seguí tì numé k'in i nija'ba mach uják ni aj patáno'b tì jan alaj mukwiní'o'b dok lup ka más iskí kab i otro uchí uts'eno'b, kache' unumé k'in ni ja'ba ubixé tì jáke, ni ajsaki upape dok ujuku'b ke ts'imba alaj puk'it'ik'p ero pip'k'ua' muk' unumé.

Ni aj patáno'b tì jam utik'i'ob uts'aykún pero ni untú mach yuwí lo ke muk' unumé, ajta ke ump'e k'in untú winík abixí ujirán upik'ibí i ujirí ke ni wi' ts'in ni ja'ba a laj tít'í al numik ni k'imba, ni wi' ts'in ubixé usútún ubá ni ujayil sul kada ke ututs'e ajchawik ubixé tì ts'ots'oxán, jik'iu uti'ubá ni uts'ots'oyó uputs'tesí aj chawik deya'i ni chap'el upat ni ts'in usútí ubá de upat i ubek'ta utik'i uts'ita' kuxté. Ts'ita' abixi us'utua ubá asta ke ubik'it wi ulaj suti ubá de uja'il wich', upinté akolohí de up'an i ujut tubá pip' ilik'i, deya'i utik'i'ob nuxe i ajpatán tì jan utik'í ujiráno'b, jik'in ubik'til irio'b í uyiklb'ob uk'aba' ta ibám, uyik'bínte ukábal chedá k'a ka' noj' já, jinuk'a jik'in an ajchawik ni ajpatano'b tì jan uk'ine'ob uts'ots'oya ibám ka ánoj i chedá u soj pitesáno'b numik ump'e dejgracia.

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

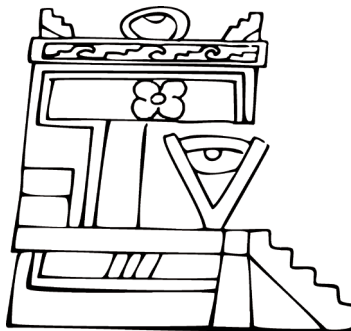
Reséndez, A. y M. Salvadores. 1983. Contribución al conocimiento de la biología del pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Gill) y la tenguayaca *Petenia splendida* (Gunther) del Estado de Tabasco. *Biótica* 8(4):pp. 413-426

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

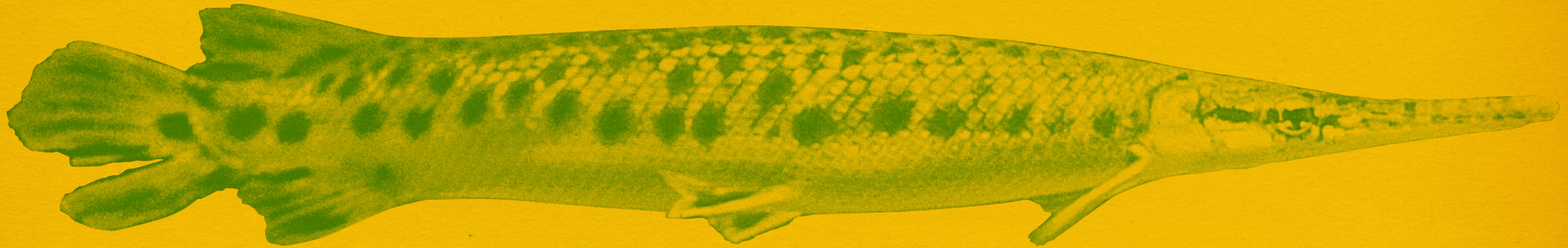
José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

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 imprimir el 25 de enero de 2013, con un tiraje de 500 ejemplares. Impreso en los Talleres de Morari Formas Continuas, S. A. de C. V., Calle Heroico Colegio Militar 116, Col. Atasta, Villahermosa, Tabasco, México. El cuidado estuvo a cargo de los autores y del Departamento Editorial de Publicaciones No Periódicas de la Dirección de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica de la UJAT.



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

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

ACUICULTURA TROPICAL SUSTENTABLE

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

COLECCIÓN
JOSÉ N. ROVIROSA
Biodiversidad, desarrollo sustentable y trópico húmedo