

Técnicas para la captura y el transporte de peces tropicales de importancia comercial en México

Rodrigo Martínez-Moreno*✉, Andrés Olmedo-Valdovinos*,
Alberto Bartoleño-Sánchez* y Dagoberto Puga-López**

Se analizó la información generada por diferentes proyectos que ha llevado a cabo el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) en el periodo 2013-2018, donde se probaron diferentes técnicas y estrategias para la captura, el manejo y el transporte de peces, enfocados principalmente en la formación de lotes de reproductores y siembra de juveniles para la engorda. En la información se analizan diferentes artes de pesca, sitios de captura (lagunas, ríos y mar), densidades de transporte y manejo, se definen las técnicas de captura y transporte al observar que la supervivencia fue mayor a 90%. Por lo que, como una primera etapa, y una vez hechos el análisis y la estandarización de los procedimientos, se describen las técnicas para la captura para pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*), huachinango (*Lutjanus peru*) y robalo (*Centropomus* sp.) y en la segunda etapa se describen los procesos para el transporte del pargo lunarejo (*L. guttatus*), huachinango (*L. peru*), robalo (*Centropomus* sp.) y pez bobo (*Joturus pichardi*).

Palabras clave: Captura, transporte, peces marinos, reproductores.

Techniques for handling capture and transport of commercial tropical fish in México

Information of different aquaculture projects (2013-2018) from the Fishery and Aquaculture National Institute (INAPESCA) were analyzed, trying out different techniques and strategies of capture, transport and handling of fish species, focused mainly in handling bloodstock and juveniles. This information analyzed different kind of fishing gears, fishing sites (lakes, rivers and sea), transport densities and handling techniques. Capture and transport techniques were defined by observing a survival rate higher than 90%. As a first stage, once the analysis and standardization of the procedures are done, capture techniques for the spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*), red snapper (*Lutjanus peru*), snook (*Centropomus* sp.) and humback grunt (*Microlepidotus brevipinnis*) are described. As a second stage transport and handling methods for the spotted rose snapper (*L. guttatus*), red snapper (*L. peru*), snook (*Centropomus* sp.) and bobo fish (*Joturus pichardi*) are described.

Key words: Capture, transport, marine fishes, bloodstock.

Introducción

La producción acuícola mundial de pescado representó 44.1% de la producción total (incluidos los usos no alimentarios) de la pesca de captura y la acuicultura en 2014, cifra superior a la de 42.1% alcanzado en 2012 y a la de 31.1% registrado en 2004. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2016) ha registrado los datos sobre la pro-

ducción de 580 especies o grupos de especies cultivados en todo el mundo, incluidos los cultivados en el pasado. Entre las especies se cuentan 362 peces de escama (con inclusión de híbridos), 104 moluscos, 62 crustáceos, seis ranas y reptiles, nueve invertebrados acuáticos y 37 plantas acuáticas. En el decenio 2005-2014, la producción piscícola creció 5.8% anual, un porcentaje inferior al 7.2% alcanzado en el decenio anterior (1995-2004). La acuicultura continental de peces de escama, el tipo de operación acuícola más habitual en el mundo, supuso 65% del incremento de la producción pesquera en el periodo 2005-2014 (FAO 2016).

En México, como país en desarrollo y con una población en crecimiento, es imperativa la diversificación productiva para el abasto de

* Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera -Manzanillo. Carretera Manzanillo-Campos s/n, Col. Campos, CP 28860. Manzanillo, Colima. ✉ Responsable de la correspondencia: rodrigo.martinez@inapesca.gob.mx

** Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera-Bahía de Banderas. Tortuga Núm. 1, La Cruz de Huanacaxtle, Nayarit, CP 63732

alimento, aprovechando las ventajas naturales con las que cuenta, salvaguardando el bienestar social y el desarrollo regional de manera sustentable. El desarrollo de la piscicultura marina en el país es incipiente y su potencial de desarrollo es importante, con más de 12 000 km de litoral y una alta variedad de especies endémicas de peces marinos de altos valores proteico y comercial.

En la actualidad existe gran demanda y mucha presión por parte de los pescadores ribereños para desarrollar proyectos con el objeto de incrementar la elaboración de productos pesqueros y el ingreso económico familiar. En México se han realizado diferentes estudios para el desarrollo de la maricultura, iniciando en el noroeste del país en la década de los ochenta con los primeros estudios realizados sobre la engorda del pámpano *Trachinotus paitensis* Cuvier 1832 en jaulas flotantes, por parte del Departamento de Acuicultura de la entonces Delegación de Pesca en Baja California Sur. Posteriormente, a partir de 1990, se desarrollaron diferentes estudios, donde el Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera (CRIAP-La Paz, BCS) se vincula a este esfuerzo para el cultivo de la cabrilla arenosa *Paralabrax maculatofasciatus* (Steindachner 1868) y de algunos pargos: *Lutjanus argentiventris* (Peters 1869), *Lutjanus aratus* (Günther 1864) y *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922) y, posteriormente, la engorda y la producción de semilla de jureles (*Seriola rivoliana* Valenciennes 1833 y *Seriola lalandi* Valenciennes 1833). En la región del Pacífico se han realizado estudios de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner 1869) y de huachinango *L. peru* en jaulas flotantes, recientemente con el robalo negro *Centropomus nigrescens* Günther 1864.

El Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA), en el marco del programa nacional “Cultivo de Peces Marinos” a través de diferentes foros nacionales, busca vincular al sector productivo, centros de investigación (como generadores de información a través de la ciencia básica) y las instituciones gubernamentales. La gobernanza del sector productivo con fundamento en sus necesidades busca conjuntar el conocimiento a fin de instrumentar un modelo de operación que garantice el éxito de los cultivos de peces marinos aplicando las técnicas básicas estandarizadas de manejo de la acuicultura co-

mercial. De igual manera, se busca instrumentar el esquema de unidad piloto de pre-engorda mediante la cual se realice la transferencia tecnológica del cultivo de peces marinos a los productores de la región usando el modelo de granjas núcleo.

En la actualidad no se cuenta con laboratorios que produzcan la cantidad de crías o juveniles que requiere el sector, por lo que diferentes centros de investigación, universidades y productores han sumado esfuerzos para el desarrollo de técnicas y métodos estandarizados para la producción constante de organismos. Estos estudios se han enfocado en diferentes especies de importancia comercial, como son los pargos, robalos, jureles, entre otras. En el presente documento se describen las técnicas para la captura y el transporte de peces marinos tropicales y dulceacuícolas de diferentes especies de importancia comercial, con la finalidad de que éste sea una guía útil para salvaguardar el bienestar de los organismos, garantizando su supervivencia desde la captura y el transporte hacia los sitios de cuarentena o cultivo.

Materiales y métodos

El presente trabajo se origina del análisis de la información generada en nueve proyectos de investigación del INAPESCA realizados en los periodos de 2013 a 2018. En cada uno de los proyectos se evaluó el método de prospección de las áreas de distribución natural y zonas de captura, la selección de artes de pesca y del lugar, día y horario de pesca, la logística para el transporte poscaptura de los organismos, así como los materiales, equipo y maniobras que se utilizaron. La selección de la estrategia de captura óptima se realizó al observar la supervivencia de los organismos en 90% y menor daño en los organismos. Para la selección de la estrategia de manejo y transporte antes se verificó que la supervivencia fuera mayor a 90%. Se analizó un total de 1 168 lances de captura para cuatro especies diferentes (Tabla 1), equivalentes a 123 días de pesca en diferentes lugares de captura (ríos, laguna y mar) y artes de pesca. En cuanto a la estandarización de las técnicas de transporte, se tomaron los datos de 136 125 organismos transportados (Tabla 2), en donde se consideraron la biomasa, el tiempo de

transporte, los horarios de pesca, las condiciones meteorológicas, los procedimientos del manejo de organismos, así como el material y el equipo utilizado.

Tabla 1
Información obtenida de los registros de captura

Especie	Días de pesca	Número de lances	Sitio de captura
<i>Joturus pichardi</i>	12	92	Río y estero
<i>Centropomus</i> sp.	70	700	Laguna costera y playa
<i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i>	25	375	Mar

Tabla 2
Características de cada uno de los transportes realizados

Especie	Etapas	Número de organismos	Biomasa (kg/m ³)
<i>Joturus pichardi</i>	reproductores	25	25
<i>Centropomus</i> sp.	reproductores	50	30
<i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i>	reproductores	50	30
<i>Centropomus viridis</i>	juveniles	25 000	35
<i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i>	juveniles	16 000	30

Captura

El propósito es contar con organismos que cubran las necesidades del objetivo específico mediante la captura de organismos en el estadio, la edad y el estado físico deseados. Por lo anterior, se deberá realizar, con anterioridad, un estudio del sitio de captura, alistar los materiales requeridos y tener personal capacitado para el manejo de los organismos. A continuación se describen técnicas estandarizadas para la captura de las diferentes especies.

Captura de reproductores de robalo (*Centropomus* spp.) desde orilla

Este método es utilizado cuando se pesca cerca de una desembocadura de un río, en un estero o en la playa. Es importante verificar las rutas de acceso, la distancia entre el sitio de pesca y el contenedor de transporte, ya que la supervivencia de los organismos estará determinada por el menor estrés provocado desde el lugar de su captura hasta el sitio de cultivo o unidad de cuarentena.

Horario: Al amanecer, a partir de las 06:00 horas del día hasta las 09:00 horas o, al atardecer, desde las 19:00 horas hasta las 21:00 horas (los horarios de pesca cambian en relación con la zona de pesca y los periodos de marea).

Artes de pesca: Caña y carrete frontal (spinning), con línea de 0.40 a 0.50 mm de diámetro, señuelos en forma de pez de superficie y de media agua, bailarina, plumero, cuchara y carnada viva, como lisas (mugílicos), sardina (engráulidos), camarón (peneidos) y chococos (fundulidos), todos con un anzuelo reforzado, rendal o líder de fluorocarbono de 30 cm, aproximadamente.



Fig. 1. Diferentes tipos de señuelos utilizados para la captura de robalos (*Centropomus* spp.) y la forma en que el señuelo funciona para la captura de estas especies.

Equipo y material: Contenedor de 150 l, báscula digital (25 kg), ictiómetro, camilla de lona para peces, red tipo cuchara de malla suave al tacto (diferentes medidas), cubetas, guantes de látex,

pinzas mecánicas de corte, franelas, aceite de clavo, tabla de registro, multiparámetro, bomba sumergible ($\frac{1}{2}$ HP), jeringas y aguja. *Nota: para el manejo poscaptura, léase el apartado de Transporte.*

Maniobra de captura

- i. Al llegar a la zona de pesca es necesario observar la línea de costa y el rompiente de las olas para identificar las corrientes de resaca y si existen cardúmenes de sardina, lisa u otros peces pequeños, debido a que los robalos se alimentan de estas especies en estas zonas.
- ii. Al localizar sitios con las características antes mencionadas, se deberán realizar lanzamientos con la caña y el señuelo seleccionados (o carnada viva), que simularán el nado de peces pequeños heridos. Es necesario probar los diferentes señuelos, ya que varían en peso, color, forma y tamaño. Por lo general, los señuelos se cobran con suficiente rapidez como para que se mantengan a media agua (10 a 30 cm por debajo de la superficie), aproximadamente (Fig. 1). Al utilizarse como carnada un pez o un crustáceo vivo, se le debe enganchar al anzuelo por el dorso, para que pueda nadar al ser lanzado al sitio deseado a la espera de que sea capturado.
- iii. Al morder el señuelo el robalo, hay que dar un tirón a la caña para que el anzuelo tenga más agarre e, inmediatamente, cobrar la línea sin dejar de tensarla, llevarlo tan pronto como sea posible a la orilla y, una vez ahí, deberá colocarse dentro del contenedor con agua del lugar de captura. Posteriormente debe evaluarse el agarre del señuelo, para quitarlo procurando no ocasionar daño. Cabe señalar que los robalos presentarán agotamiento ocasionado por la captura, lo que da tiempo suficiente para desprender el anzuelo sin forcejeo, utilizando guantes y franelas para sujetarlo y, en caso de no poder desprenderlo, se deben cortar las puntas de éste con las pinzas de corte.
- iv. Finalmente, se vierte suficiente agua en el contenedor con las cubetas para llevarlo hasta el tanque de transporte; se recomienda agregar 1 ml de aceite de clavo disuelto en 1 ml de alcohol por cada 20 l de agua para

anestesiarse a los organismos. Posteriormente, con una red cuchara o la camilla colocar al organismo capturado en el tanque de transporte, evitando golpearlo con el tanque u otras superficies, para depositarlo lo antes posible en el tanque de transporte.

Captura de reproductores de robalo (*Centropomus* spp.) con línea de mano para pesca de profundidad

Este método es utilizado en las lagunas costeras, en lugares no mayores a 15 m de profundidad, sin corrientes fuertes, lo que permite que la carnada se mantenga sobrenadando en la posición y el área deseadas, por lo que es importante considerar el tiempo que transcurre desde el lugar de pesca hasta el sitio de desembarque. Se recomienda instalar una jaula o un bolso (descrito en materiales) lo más cerca posible de la embarcación en la que se colocarán los organismos para su posterior transporte.

Horario: Al amanecer, a partir de las 6:00 horas hasta las 10:00 horas y, al atardecer, de 18:00 horas a las 21:00 horas. (Los horarios de pesca pueden variar de acuerdo con la zona de pesca y con los periodos de marea.)

Artes de pesca: Línea de mano compuesta de 0.80 mm de diámetro, destorcedores, plomo, líder de flurocarbono de 0.60 mm, carnada viva (camarón de entre 8 y 12 g, sardina o pelágicos menores) y una caja de anzuelos del núm. 9. El armado de la línea de pesca consiste en unir 30 cm de fluorocarbono del extremo de la línea de 0.80 mm, que se une a un destorcedor y se colocan 10 g de plomo en la línea, que se aprieta con pinzas para que no se mueva. Se pone el anzuelo del extremo contrario, tal como se muestra en la *figura 2*.



Fig. 2. Armado de la línea de mano para pesca de profundidad para la captura de robalo (*Centropomus* spp.).

Equipo y material: Contenedor de 140 l, balanza digital, ictiómetro, camilla para peces, red tipo cuchara de malla suave al tacto, cubetas, guantes de látex, pinzas de corte, franelas, jeringa del núm. 5, embarcación menor con vivero de 100 l (según el caso), remos o motor fuera de borda de 45 a 100 HP –dependiendo de los sitios de captura–, bomba de achique (1/4 HP), bolso o jaula con luz de malla de 0.5 plg de al menos 1 x 1 x 1.2 m, que debe de contar con su sistema de flotación (boyas, tambos o tubería) y su aparejamiento; en caso de no contar con bolso, utilizar tanque de oxígeno (3.44 m³) de grado industrial con regulador de presión a dos salidas, mangueras de 1/4 de plg de diámetro y piedras difusoras de porcelana.

Maniobra de captura

- i. Antes de subir a la embarcación, deben prepararse los artes y el equipo de pesca, así como el tanque o la cubeta donde se mantendrá la carnada viva.
- ii. Una vez que la embarcación esté en el sitio de captura, debe instalarse el bolso, ya sea

sujeto a la embarcación o lo más cerca posible (Fig. 3), o el contenedor con su sistema de aireación.

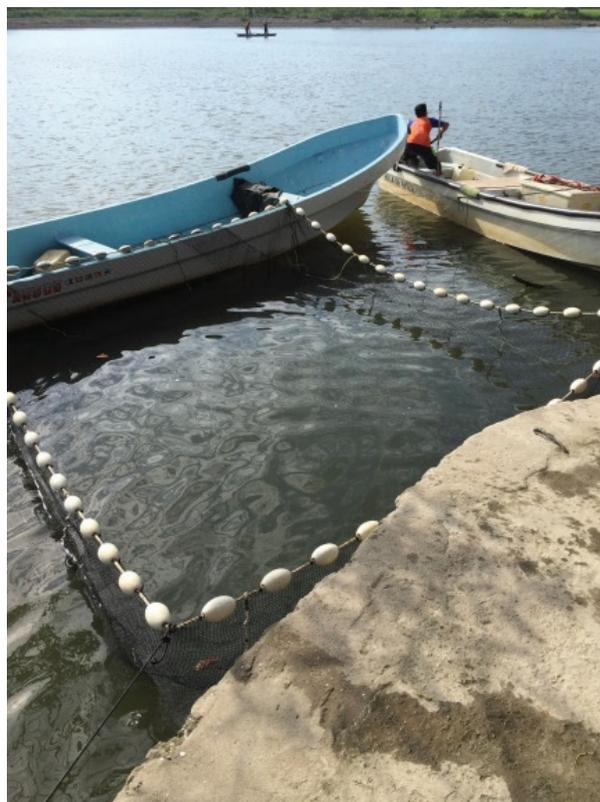


Fig. 3. Estructura tipo bolso utilizado para depositar los robalos (*Centropomus* spp.) capturados.

- iii. El camarón debe sujetarse del cefalotórax, justo en la base del rostro, ya que esto permite mantenerlo con vida mayor tiempo. Una vez muerta la carnada, deberá reemplazarse, ya que se ha observado que con carnada muerta se capturan especies diferentes a la objetivo y se pierde el tiempo del horario de captura (Fig. 4).



Fig. 4. Procedimiento para sujetar en el anzuelo el camarón vivo que se utiliza como carnada.

iv. Una vez que el pez se enganche en el anzuelo se debe mantener tensa la línea de mano, jalar al mismo tiempo y subirlo a la embarcación con rapidez para evitar que la carnada entre

- al estómago del pez y se incremente la posibilidad de que la vejiga natatoria quede expuesta en el hocico y sea fácil su descompresión.
- v. Al subirlo a la embarcación debe colocarse en el contenedor o bolso sin que toque la superficie de la embarcación y sujetar al pez por la cabeza para retirar el anzuelo de forma manual (Fig. 5). Dependiendo de la profundidad de captura será visible el abdomen abultado por la descompresión o, en algunos casos, al depositarlo en el contenedor o jaula se observará que flota vientre arriba, en este momento será necesario utilizar la jeringa para perforar por debajo de la línea lateral en donde finaliza la aleta ventral y liberar el aire de la vejiga natatoria. La aguja debe insertarse entre las escamas y no a través de ellas. Debe retirarse el aire sin hacer succión, hasta que ceda la presión del abdomen. Al depositar al pez, éste debe nadar normalmente y no voltearse de nuevo porque, de ser así, deberá de repetirse el procedimiento para liberar el aire.
- vi. Una vez terminado el horario de captura, y en caso de que los organismos hayan sido introducidos al bolso, éste deberá remolcarse a la orilla a una velocidad moderada, que permita a los peces nadar con tranquilidad y así evitar



Fig. 5. Imágenes de la captura de robalo con línea de mano y liberación del anzuelo.

que se repliegan a la pared del bolso por la corriente. Se deben observar los organismos durante todo el trayecto para vigilar su comportamiento y poder tomar decisiones con respecto a su manejo. Cualquier animal que presente estado crítico deberá sacrificarse, ya que compromete la supervivencia de los que tienen más probabilidad de sobrevivir.

Captura de reproductores de huachinango (*Lutjanus peru*) y pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) con línea de mano para pesca de profundidad

Este procedimiento puede ser utilizado para la captura de estas especies en bahías o en el mar, en lugares con profundidad no mayor a 35 m en sitios conocidos como bajos (caladeros rocosos o arenosos) donde se agrupan organismos de diferente tallas y edades dependiendo de la estación del año, la temperatura del agua y el esfuerzo pesquero (Castillo-Vargasmachuca *et al.* 2008, Zárate-Becerra *et al.* 2014). Es importante mencionar que la embarcación empleada debe contar con todos los equipos de seguridad necesarios para desarrollar actividades en el mar, así como personal con experiencia para que manio-bre la embarcación.

Horario: Al amanecer, a partir de las 6:00 horas del día hasta las 10:00 horas y, al atardecer, desde las 18:00 horas hasta las 21:00 horas (los horarios de pesca cambian de acuerdo con la zona de pesca y los periodos de marea).

Arte de pesca: Líneas de mano compuestas de hilo de 0.80 mm de diámetro, destorcedores, plomadas, línea de flurocarbono de 0.50 a 0.70 mm de diámetro para rendal, carnada viva, como: sardina (clupeidos), pejerrey (atherínidos), anchoveta (engráulidos), jaiba (portúnidos), camarón (penneidos) y calamar y/o carnada muerta (calamar o sardina), anzuelos del núm. 8 al 12, atarraya de luz de malla de ¼ plg, red de cuchara de luz de malla de ¼ plg con malla sin nudos y lámpara sumergible para pesca de carnada.

Para usar este método de forma práctica, se recomienda colocarlo en un yo-yo o aro de pesca. La línea de mano se construye colocando un destorcedor, al que se sujetará el rendal, que está formado por una línea principal de flurocarbono

a la que se sujetan líneas de anzuelos (dos a tres), constituidos por dos o tres secciones, respectivamente, con un tramo de línea de 1.2 m en donde se realiza un nudo de sangre (*blood knot*) procurando obtener una gaza de entre 15 y 20 cm. Posteriormente se añade un nudo tipo riso, o cuadrado (*scout*), sobre la base de la gaza antes mencionada y se corta un extremo de ésta, donde va sujetado el anzuelo (núm. 12 para peces de entre 0.3 y 0.4 kg y núm. 8 para peces mayores a 1.5 kg). Para las siguientes secciones es necesario unir las con apoyo de un destorcedor y se sigue el procedimiento de la primera sección. La plomada es un peso muerto (varilla de acero, plomos, etc.) sujeta con un tramo de 30 cm de cuerda a un destorcedor posterior a la última sección (Fig. 6).

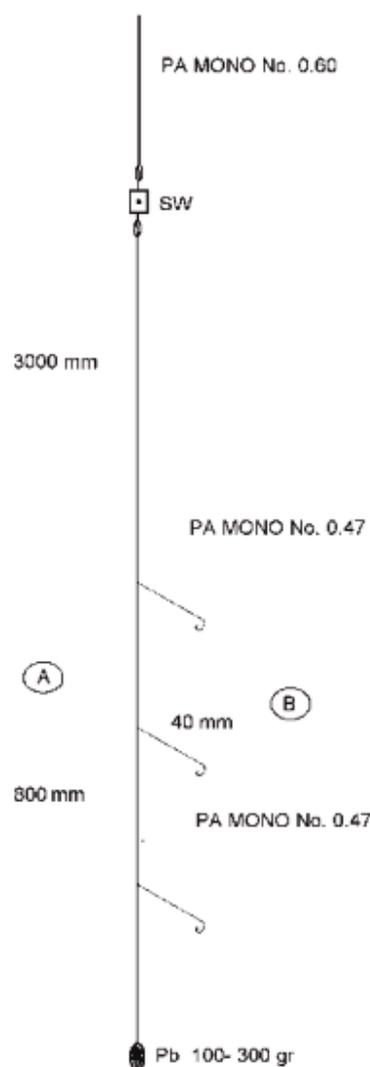


Fig. 6. Línea de mano para pesca de pargos y huachinangos (tomado de Espino-Barr *et al.* 2013).

Equipo y material: Báscula digital, ictiómetro, camilla para peces, red tipo cuchara de malla suave al tacto, guantes de látex, pinzas mecánicas de corte, franelas, jeringas del núm. 5, bitácora de campo, un dispositivo de localización (GPS), contenedor de 140 l, embarcación menor con vivero de 100 l, aproximadamente, remo, motor fuera de borda dependiendo los sitios de captura, bomba de achique ($\frac{1}{4}$ HP), batería, cables y ancla.

Maniobra de captura

- i. Antes de subir a la embarcación, debe prepararse el armado de la línea de mano para la pesca y el equipo, así como el tanque para la carnada viva. Asegurar los artes de pesca y el equipo necesario, para que permanezcan firmes y seguros durante el trayecto. Es indispensable conocer previamente los bajos de pesca y la carnada disponible en la zona, que depende de la temporada del año y de las corrientes marinas.
- ii. Las carnadas, como pelágicos menores (sardina, pejerrey, etc.), se capturan con atarraya al amanecer o durante el día cerca de los riscos desde la embarcación; durante la noche se captura calamar y jaiba, utilizando luz sumergible para atraerlas y se les captura con red de cuchara. En el caso de camarón, deberá ser adquirido de las granjas acuícolas o, en su defecto, capturarlo un día antes manteniéndolo con aireación en el contenedor. La carnada capturada se deposita en el vivero de la embarcación para su mantenimiento, con la bomba de achique se debe cuidar la calidad del agua del vivero realizando recambios constantes cuando la embarcación no esté en movimiento o no cuente con sistema de bombeo para la entrada de agua. El anzuelo debe ser enganchado por el dorso para no matar al pez (carnada) y que pueda nadar con libertad; en caso de utilizar calamar, se debe poner el anzuelo en la parte superior del manto entre las aletas y no necesariamente debe estar vivo.
- iii. Una vez en el sitio de pesca, se bajan los anzuelos hasta ubicar a los organismos. Al capturar alguno, deberá subirse a la embarcación

tan pronto como sea posible, sin tocar la falca de la embarcación. Se le debe sujetar con cuidado por la cabeza para liberar el anzuelo.

- iv. Para realizar la descompresión de la vejiga hay que colocar el pez capturado de costado sobre una superficie suave y firme, insertar la aguja entre las escamas a la altura de donde terminan los radios de la aleta lateral y el ano (Fig. 7). Es necesario quitar el bulbo de la jeringa para que el aire sea expulsado, si al perforar se escucha el sonido del gas liberado, es señal de que la aguja está en el lugar adecuado, del mismo modo, se puede poner una gota de agua en la jeringa para identificar la salida de aire visualmente. Muchas veces, por la profundidad de captura, la vejiga se proyecta por la boca, si es el caso, sólo se pincha con la aguja para expulsar el aire.



Fig. 7. Forma adecuada de inserción de jeringa a la vejiga natatoria en un huachinango (*Lutjanus peru*).

- v. Posteriormente se coloca al organismo capturado en el vivero de la embarcación o el contenedor con su sistema de aireación, se monitorean los parámetros, se realizan constantes recambios de agua con de la bomba de achique (de 12 voltios, 750 galones/hora), hasta terminar el horario de captura o completar el número de organismos deseados. La cantidad de peces que pueda mantener el vivero depende del volumen de agua y de la capacidad de recambio; se debe observar y vigilar el comportamiento de los organismos durante todo el trayecto para poder tomar decisiones acerca de la periodicidad de recambio del agua en el tanque (90%) y su manejo. Cualquier organismo capturado que

presente estado crítico compromete la supervivencia de los que tienen más probabilidad de sobrevivir, por lo que deberá sacrificarse.

Captura de reproductores de pez bobo (*Joturus pichardi*) con red de enmalle

La captura de pez bobo se realiza en ríos o esteros. La temperatura del agua es un factor determinante para encontrar esta especie, dado que está directamente relacionada con el paso de los frentes fríos (Martínez-Moreno *et al.* 2015a). Es importante mencionar que hay una temporada de veda para esta especie durante sus migraciones de reproducción (DOF 2010).

Horario: durante la noche a partir de las 19:00 horas hasta las 06:00 horas (los horarios de pesca cambian de acuerdo con la zona de pesca y los periodos de marea).

Arte de pesca: redes de enmalle de 4 plg, 5 plg y 6 plg de luz de malla, de 80 m de largo por 5 m de caída.

Equipo y material: embarcaciones menores de 4 m de largo por 1.5 m de ancho de fibra de vidrio, con motor fuera de borda de 4 HP, dos jaulas flotantes de 2 x 2 x 1.6 m de PVC hidráulico y malla de 0.5 plg, contenedor de 140 l, cubetas de 20 l, multiparámetro YSI 85 para medición de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, navaja y linterna sumergible (*streamlight*).

Maniobra de captura

- i. Antes de subir a la embarcación se debe preparar la red para su lance, colocando los plomos de un solo lado y los flotadores de otro; del mismo modo, se debe colocar el contenedor en el centro de la embarcación y llenarlo con agua del sitio de captura e instalar las jaulas en un sitio seguro o protegido para evitar corrientes del río y palizadas.
- ii. Al llegar al sitio de captura se coloca la red de manera transversal a la corriente y, una vez pasados 30 minutos, se levanta para revisar si han quedado organismos atrapados. Una vez que los hay, se corta la red con la navaja para poder depositarlos en el contenedor y seguir subiéndola, ya que se pueden

capturar muchos en un solo lance. Poner de cinco a 10 peces por contenedor y hacer recambios de agua de 90% cada 30 minutos.

- iii. Una vez completada la cantidad o llegado el final del horario de pesca hay que poner los organismos en las jaulas flotantes y dejarlos por 12 horas en observación para disminuir el estrés y separar a los que sufrieron daños durante la captura y, posteriormente, prepararlos para su transporte.

Transporte

Durante el transporte se deben proporcionar las condiciones necesarias para la supervivencia de los organismos y minimizar su manipulación para no incrementar el estrés ni generar lesiones; este procedimiento tiene que ser lo más ágil posible. Antes de transportarlos se deben considerar los siguientes aspectos:

- a. Selección del sitio de transporte: El sitio de transporte debe ser de fácil acceso y estar lo más cerca posible de la zona de captura, así como haber libre acceso al agua desde ahí.
- b. Ruta de transporte: Se deben conocer las rutas, distancias y el tiempo de recorrido para seleccionar la más conveniente, la que se transita en menor tiempo y esté en mejores condiciones. De ser posible, informarse con antelación sobre la incidencia de eventos de tránsito que pudiesen alargar el tiempo de traslado.
- c. Condiciones climatológicas: Es importante monitorear las condiciones climatológicas por lo menos desde doce horas antes del transporte, de los lugares por donde se pretende transitar, ya que los fenómenos meteorológicos pudieran afectar la ruta seleccionada (deslaves, cierre de caminos, puentes, etcétera).
- d. Personal capacitado. Es necesario que el personal, al menos dos personas, que realice las maniobras de transporte esté capacitado para ello, uno que conduzca el vehículo y otro que haga las mediciones y el monitoreo de los organismos durante el transporte.

Horario de transporte: El transporte de los organismos debe realizarse durante el atardecer o el amanecer para evitar las horas en las que la temperatura es elevada, por lo que se recomiendan

periodos de transporte de las 06:00 a 09:00 horas y de las 18:00 a las 21:00, para el amanecer y atardecer, respectivamente, dependiendo del lugar de origen y la distancia que se deba recorrer.

Equipo y material de transporte: Vehículo tipo Pick Up (capacidad de carga de 1.5 t), contenedor plástico o de fibra de vidrio de 1 000 l (Fig. 8), generador eléctrico y/o convertidor de corriente de 12 volts, caja con herramientas básicas (juego de 12 piezas de llaves españolas, pinzas de electricista, pinzas de corte, pinzas mecánicas, pinzas perras, juego de 12 desarmadores, cuchillo, hilo, flexómetro, lápiz y papel), impulsor de aire (*Sweetwater* de diafragma) o tanque de oxígeno (3.44 m³) de grado industrial con regulador de presión a dos salidas, mangueras de ¼ plg de diámetro y piedras difusoras (de porcelana para el uso de oxígeno), guantes de látex, lona o camilla de transporte para peces, cuchara con red flexible y suave al tacto sin nudo, cubetas, cabos y multiparámetro YSI 85 para medición de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.



Fig. 8. Vehículo y tanques contenedores para el transporte de especies marinas (*Lutjanus guttatus*).

Procedimiento

- i. El tanque de transporte debe sujetarse con firmeza con los cabos a los puntos de amarre del vehículo, al igual que los componentes de aireación (generador eléctrico, mangueras, piedras difusoras y tanque de oxígeno o compresor, según el caso) para evitar que se desplacen durante el trayecto.
- ii. Antes de depositar los organismos en el tanque y transportador, éste debe cargarse con agua del lugar de captura (según el caso) o agua de la mejor calidad posible, para favorecer el mejor acondicionamiento de los organismos. La cantidad de agua depende de la capacidad de carga del remolque o el vehículo. Una vez que se alcanza el nivel deseado, hay que saturar el agua de oxígeno, ya sea con un aireador o un tanque de oxígeno.
- iii. Para realizar análisis morfométricos a los organismos antes de transportarlos, es necesario utilizar aceite de clavo (1 ml/20 l) para anestesiarlos en el contenedor; se utilizará el tanque de transporte para su recuperación. Siempre que se sujete o maniobre con los organismos se deberán utilizar guantes de látex para evitar el desprendimiento de mucus y escamas, lo que pondría en riesgo su integridad.
- iv. Los organismos pueden moverse en cubetas de 20 l (dependiendo el tamaño) con un tercio de agua del lugar de donde se hayan sacado, o con una cuchara o con la bolsa de lona, y se depositan en el tanque de transporte con mucho cuidado para que no se laceren (Fig. 9).
- v. Se recomienda bajar la temperatura del agua durante el transporte, con bolsas de hielo, para reducir su metabolismo, la producción de residuos y el consumo de oxígeno (Benetti *et al.* 1999, Colburn *et al.* 2008, Stieglitz *et al.* 2017). Se requieren aproximadamente 10 kg de hielo para disminuir un grado centígrado la temperatura de un metro cúbico de agua (Martínez-Moreno *et al.* 2015b¹). El monitoreo de los parámetros debe ser constante (cada hora) y se debe estar pendiente del funcionamiento de los equipos de aireación, para que en caso de que se genere espuma en los tanques de transporte, se pueda retirar con una cuchara de malla fina.
- vi. Durante la descarga se deberá preparar el tanque, quitar todo lo que obstruya el camino sin dejar de mantener la aireación y,

1. Martínez-Moreno R, JL Falcón-Rodríguez, JM Palomares-García, I Mora-Cervantes. 2015b. Prospección biológica de las poblaciones naturales de pez bobo (*Joturus pichardi*) en el estado de Veracruz. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General Adjunta de Investigación en Acuicultura. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. México. 26p.

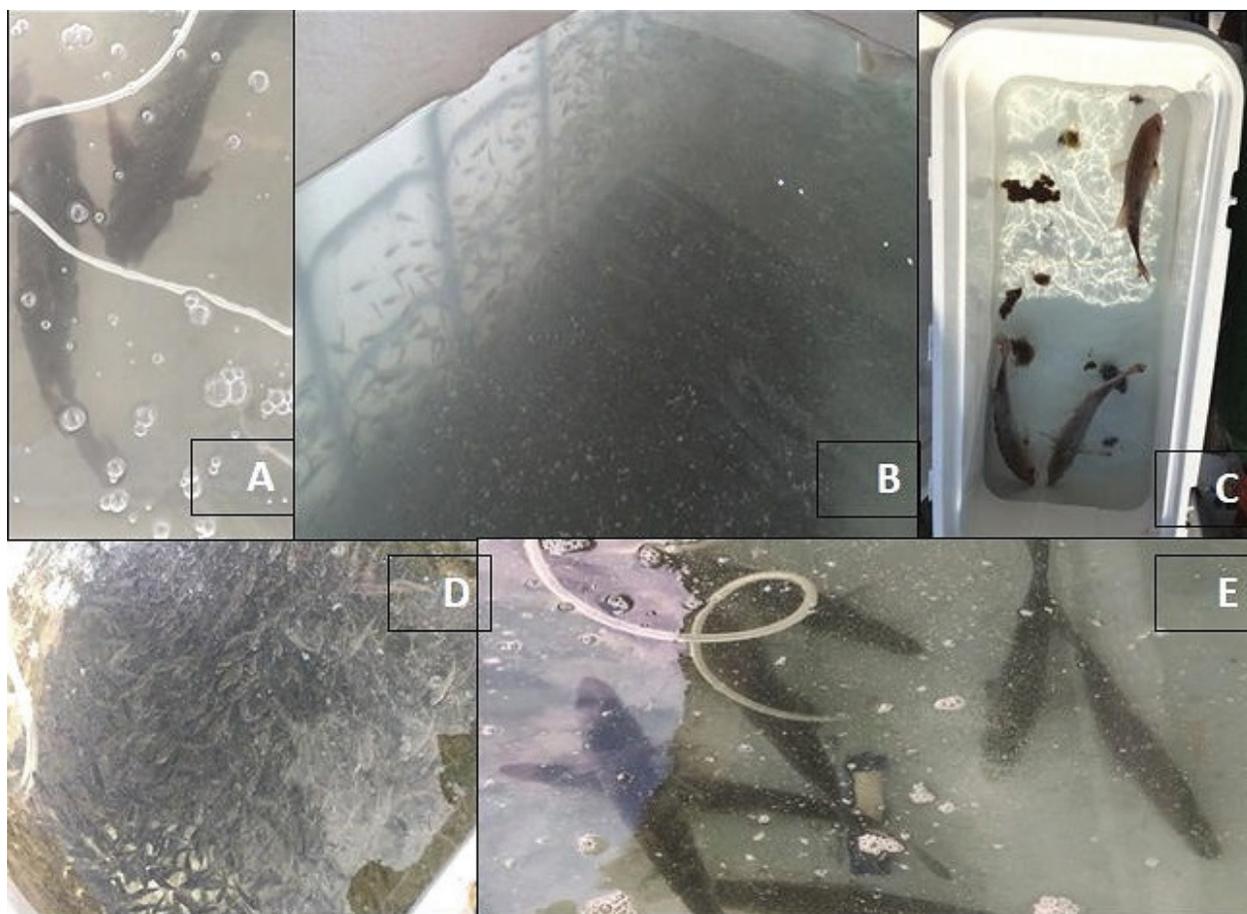


Fig. 9. Transporte de A: reproductores de pez bobo (*Joturus pichardi*), B: crías de robalo (*Centropomus viridis*), C: reproductores de huachinango (*Lutjanus peru*), D: juveniles de pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) y E: reproductores de robalo (*Centropomus* spp.).

posteriormente, sacar de manera gradual el agua del tanque y rellenar porcientualmente con la del tanque en el que se depositarán los organismos para que se aclimaten e igualar temperatura (10% del tanque cada media hora). Una vez que los parámetros (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto) del tanque coincidan, se extraen los organismos.

- vii. Verificar el grado de estrés de los organismos, si al introducir la camilla o la red de cuchara, muestran movimientos bruscos, en cuyo caso se tendrán que anestésiar en el tanque, se monitorearán los parámetros y se observará siempre el grado de anestesia de los organismos. Cuando estén en el primer nivel de anestesia (mala flotación y nado erróneo), se pueden colocar en la camilla o en la cuchara, posteriormente se deben de poner en cuarentena o en un sitio de cultivo, según sea el caso. Para los organismos capturados del medio natural, se recomienda rea-

- lizar un tratamiento profiláctico con formilina 0.17/ml por cada 100 l durante una hora.
- viii. En la *tabla 3* se muestran los niveles óptimos de los parámetros fisicoquímicos durante el transporte, así como la densidad por metro cúbico de agua para el manejo de los organismos, tanto marinos como dulceacuícolas, por lo que una vez analizada la información, se recomienda manejar estas consideraciones técnicas para el transporte.

Tabla 3

Consideraciones técnicas para el transporte de peces marinos tropicales y dulceacuícolas

Temperatura	De 22 a 24 °C
Volumen de agua	1 m ³
Densidad	<30 kg/m ³ (oxígeno) <25 kg/m ³ (aireación)
Tiempo de recorrido	<22 horas (sin recambio)

Agradecimientos

A los compañeros de los Centros Regionales de Investigación Acuícola y Pesquera de Veracruz, Manzanillo, Mazatlán y Bahía de Banderas que colaboraron en la obtención de los datos. Al personal de la planta piloto comercial de peces marinos del CIAD-Mazatlán por la asesoría constante, compañerismo y trabajo mutuo. Por el apoyo y facilidades del profesor Arnulfo Hernández Díaz del CUCSUR-Melaque y al C. Francisco Alvarado Garibaldi por el apoyo brindado.

Literatura citada

- Benetti DD, MW Feeley. 1999. The capture, transport, handling, prophylaxis, quarantine and sampling of broodstock marine fish. *World Aquaculture* 30: 54-57.
- Castillo-Vargasmachuca SG, JT Ponce-Palafox, Y Sanz, F Flores-Verdugo, H Esparza-Leal. 2008. Análisis de la situación actual de la pesquería del huachinango *Lutjanus peru* en el Pacífico Mexicano. *Acta Pesquera* 1(1): 24-32.
- Colburn HR, AB Walker, DL Berlinsky, G Nardi. 2008. Factors affecting survival of cobia, *Rachycentron canadum*, during simulated transport. *Journal of the World Aquaculture Society* 39(5): 678-683. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2008.00205.x
- DOF. 2010. Acuerdo por el que se establecen épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas continentales de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación*. México. 31 de marzo de 2010.
- Espino-Barr E, A García-Boa, M Puente-Gómez, EG Cabral-Solís. 2013. Pesca ribereña en Colima y Jalisco. *En: M Cruz-Romero y E Espino-Barr (compiladores). La pesca ribereña en Colima y Jalisco*. Instituto Nacional de Pesca. México. pp: 14-31.
- FAO. 2016. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. FAO, Roma. 224p.
- Martínez-Moreno R, JM Palomares-García, JL Falcón-Rodríguez. 2015a. Monitoreo de la temporada reproductiva del pez bobo *Joturus pichardi* en la cuenca del río Tecolutla, Veracruz. *Ciencia Pesquera* 23(1): 47-51.
- Stieglitz JD, RH Hoenig, S Kloeblen, CE Tudela, M Grosell, DD Benetti. 2017. Capture, transport, prophylaxis, acclimation, and continuous spawning of Mahi-mahi (*Coryphaena hippurus*) in captivity. *Aquaculture* 479: 1-6. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2017.05.006
- Zárate-Becerra ME, E Espino-Barr, M Puente-Gómez, A García-Boa, EG Cabral-Solís, D Hernández-Montaño, C Meléndez-Galicia, A Arellano-Torres, RM Gutiérrez-Zavala, E Cabrera-Mancilla, HA Gil-López, A Labastida-Che. 2014. Huachinango del Pacífico Centro-Sur, costa de Nayarit a Chiapas. *En: LF Beléndez-Moreno, E Espino-Barr, G Galindo-Cortés, MT Gaspar-Dillanes, L Huidobro-Campos y E Morales-Bojórquez (eds.). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo*. Instituto Nacional de Pesca, México, pp: 141-175.

Recibido: 24 de febrero de 2019

Aceptado: 16 de abril de 2019