



LOS ROBALOS (PISCES, CENTROPOMIDAE) DEL PACÍFICO DE PANAMÁ: DESAFÍOS EMERGENTES EN INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN

Carlos Vergara-Chen

Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta Tecnología (INDICASAT-AIP), Apartado 0843-01103 Panamá, Panamá. E-mail: vergara.chen@gmail.com

RESUMEN

Se evalúa la diversidad taxonómica, distribución geográfica, ciclo biológico, ecología y pesquerías de los robalos (género *Centropomus*). Ellos comparten muchas características de su ciclo de vida y uso del hábitat que los hacen vulnerables al estrés ambiental y antropogénico en los ecosistemas costeros. La taxonomía de los robalos parece estable. Estas especies se distribuyen en todos los manglares y estuarios. Aunque desovan en hábitats marinos, las larvas se dispersan en entornos estuarinos, cuyas áreas se están reduciendo o presentan una degradación de su calidad ambiental. Todas las especies soportan pesquerías artesanales y se están iniciando ensayos de piscicultura a pequeña escala. Sin embargo, no existe una evaluación formal de las reservas de estas especies, así que la recolección de datos, intercambio de información y técnicas de evaluación deberá facilitar el desarrollo socioeconómico de las pesquerías. No se ha desarrollado pesquerías recreativas para estas especies, no obstante, deben considerar la captura y liberación de los individuos como modelos para mejorar la conservación y el desarrollo económico de los pescadores. La evaluación del estado de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza revela que las seis especies de *Centropomus* presentes en Pacífico oriental tropical están clasificadas como especies de preocupación menor. Los robalos probablemente se enfrentan a importantes desafíos de origen antropogénico a través de la pérdida y alteración del hábitat, y la sobrepesca. Las políticas de gestión y protección deben ser claras y amplias, y junto con la conservación de los estuarios y manglares, beneficiarán tanto a los robalos como a otras especies costeras de interés pesquero.

PALABRAS CLAVES

Centropomus, ecología, pesquerías, estuarios y manglares, conservación, degradación del hábitat.

ABSTRACT

Taxonomic diversity, geographic distribution, life history, ecology and fisheries of snooks (genus *Centropomus*) is evaluated. They share many features of their life cycle and habitat use, making them vulnerable to environmental and anthropogenic stress in coastal ecosystems. The snook taxonomy seems stable. These species are distributed in all mangrove estuaries. Although spawn in marine habitats, the larvae are dispersed within estuarine habitats, whose areas are decreasing or have a degradation of environmental quality. All species support artisanal fisheries and trials are being initiated small-scale fish farming. However, there is no formal assessment of the stocks of these species, so data collection, information sharing and evaluation techniques should facilitate socioeconomic development of fisheries. No developed recreational fisheries for these species, however, should consider the catch and release of individuals as models to improve conservation and economic development of fishermen. Assessing the state of the Red List of the International Union for Conservation of Nature reveals that six *Centropomus* species occurring in tropical eastern Pacific are classified as least concern species. Snooks probably face significant challenges anthropogenic through the loss and alteration of habitat, and overfishing. The management and protection policies should be clear and comprehensive, and together with conservation of estuaries and mangroves benefit both snook and other commercially important inshore fish species.

KEYWORDS

Centropomus, ecology, fisheries, estuaries and mangroves, conservation, habitat degradation

INTRODUCCIÓN

La costa del Pacífico de Panamá se caracteriza por tener una gran diversidad de especies de peces marinos y estuarinos que son el sustento económico para las comunidades costeras, constituyéndose en recursos importantes tanto en el mercado local como nacional. Los pobladores asentados en muchas localidades costeras se benefician de estos recursos a través de la pesca artesanal. Uno de los componentes importantes dentro de la pesca artesanal son las especies de robalo, cuyas tallas y pesos los ubican como recursos comerciales apetecidos. Los robalos pertenecen a la familia Centropomidae y están distribuidos

a lo largo de las aguas costeras tropicales de América (Fischer *et al.*, 1995, Roberson & Allen 2006). Desde el punto de vista evolutivo, las relaciones filogenéticas de este grupo de peces han sido frecuentemente debatidas debido a la morfología conservada y riqueza de especies que caracteriza este grupo de peces (Rivas, 1986, Tringali *et al.*, 1999). Habitan ecosistemas estuarinos y costeros mostrando gran tolerancia a las fluctuaciones de salinidad. Estas características biológicas hacen que los robalos puedan servir como buenos modelos biológicos para probar procesos de diferenciación genética a pequeña escala geográfica y adaptación a condiciones estuarinas.

Estos peces tienen ciclos de vida complejos que involucran cambios ontogenéticos entre distintos entornos litorales, los cuales son vulnerables a destrucción o alteración. Su dependencia a hábitats estuarinos y su valor para la pesca artesanal y deportiva, ha generado preocupación sobre cómo el impacto de la pesca y la pérdida del hábitat puede estar amenazando a los robalos (Vega, 2004). Además, las distribuciones simpátricas y la morfología conservada entre especies dificultan muchas veces la identificación taxonómica y crea desafíos para su gestión y conservación. Estas preocupaciones generales son difíciles de asociar directamente a las diferentes especies porque existe muy poca información sobre la estructura de sus poblaciones. En general, el conocimiento biológico y pesquero es deficiente para la mayoría de las especies del Pacífico oriental. Conocer estos aspectos será de utilidad para comprender los efectos combinados de capturas excesivas y pérdida o degradación del hábitat.

En este trabajo se presenta una reseña organizada de tal manera que sirva para ofrecer, primero, un resumen sobre el estado general del conocimiento (biología, pesca, necesidades de investigación y conservación) para las especies de *Centropomus*, seguida de una discusión integradora de la información disponible con el fin de sugerir orientaciones futuras para la adquisición de datos y la gestión pesquera. Nos hemos centrado en los robalos de las costas del Pacífico de Panamá debido a que de todas las especies de robalos presentes en aguas panameñas, actualmente son las principales sometidas a explotación pesquera.

DIVERSIDAD TAXONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN

Existen 12 especies nominales del género *Centropomus* (Lacépède, 1802) que componen la subfamilia Centropominae (Rivas 1986) y que está representada tanto en el Atlántico occidental como el Pacífico oriental. Seis de estas especies se encuentran y son endémicas del Pacífico oriental (*C. armatus*, *C. medius*, *C. nigrescens*, *C. robalito*, *C. viridis* y *C. unionesis*) (Fig. 1). Este género ha sido descrito como un grupo homogéneo y compacto que se distingue claramente de sus congéneres centropómidos, *Lates* y *Psammoperca* (Rivas, 1986). A pesar de los estudios taxonómicos, la clasificación de las especies de *Centropomus* con base a criterios morfológicos ha sido complicada. Al menos 30 especies nominales habían sido descritas a lo largo de la historia del género. Muchas especies putativas fueron sinonimizadas por Meek & Hildebrand (1925), quienes reconocieron ocho especies como válidas: *C. ensiferus*, *C. robalito*, *C. unionensis*, *C. armatus*, *C. pectinatus*, *C. parallelus*, *C. undecimalis* y *C. nigrescens*. Posteriormente, Chavez (1961) también reconoció *C. poeyi* que fue aceptado por Fraser (1968) y Greenwood (1976). Rivas (1986) revisó las especies del Pacífico oriental y reelevó tres taxa de robalos a nivel de especies presentando una clave para la identificación de los Centropomidae. Dos de las especies elevadas, *C. medius* y *C. viridis*, habitan las aguas costeras del Pacífico oriental y representan especies geminadas transístmicas de sus congéneres correspondientes del Atlántico, *C. pectinatus* y *C. undecimalis*. *C. ensiferus* (Atlántico) y *C. robalito* (Pacífico) también son especies geminadas transístmicas. La tercera especie reconocida por Rivas (1986), *C. mexicanus* es simpátrica con su especie hermana en el Atlántico *C. parallelus*. Usando un número de caracteres morfológicos y merísticos, Rivas diferenció convincentemente *C. viridis* de otros centropómidos, incluyendo a sus especies hermanas del Atlántico *C. undecimalis* y *C. poeyi*. Sin embargo, *C. medius* y *C. mexicanus* podrían ser diferenciados de sus especies hermanas respectivas *C. pectinatus* y *C. parallelus* solamente por el conteo de escamas. De este modo, la clasificación de estas especies sigue siendo controvertida. Métodos moleculares han sido usados para esclarecer la clasificación de *Centropomus* con base en datos morfológicos propuesta por Rivas en 1986 (Tringali *et al.*, 1999a). Los resultados de la evaluación de las relaciones genéticas entre especies fueron congruentes con la revisión

taxonómica anatómica lográndose identificar cada especie sin ambigüedades (Tringali *et al.*, 1999a).

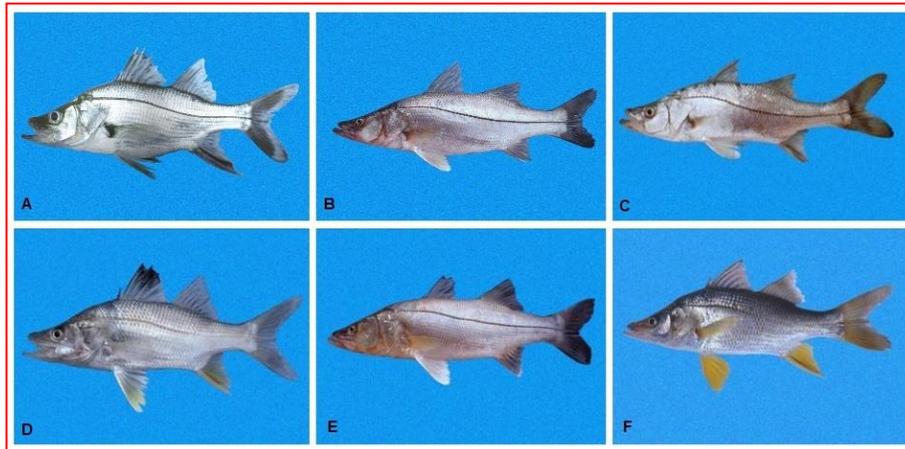


Fig. 1. Especies de robalos (*Centropomus* sp.) del Pacífico oriental tropical. A) *C. armatus*; B) *C. viridis*; C) *C. medius*; D) *C. unionensis*; E) *C. nigrescens*; F) *C. robalito*. Fotos tomadas de Robertson, D.R., Allen, G.R. 2006. Shorefishes of the tropical eastern Pacific: an information system. Version 2. DVD-ROM. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panama.

Todas las especies de robalo habitan sobre fondos de arena, fango y grava en bahías, esteros, lagunas costeras y partes inferiores de ríos y quebradas de aguas dulces con manglares de las zonas tropicales del continente americano. En el Pacífico oriental, cinco especies se encuentran distribuidas desde el Golfo de California hasta Ecuador (*C. armatus*, *C. medius*, *C. nigrescens*, *C. robalito* y *C. viridis*) y solo una (*C. unionensis*) ocupa un rango desde El Salvador hasta Perú (Cuadro 1). Es evidente que las seis especies presentan distribuciones simpátricas y temporadas de reproducción solapadas, ocupando una misma área geográfica o áreas sobrepuestas. Cuando especies estrechamente relacionadas, pero distintas, son simpátricas como sucede con las especies de *Centropomus* puede ser un indicio que en el Pacífico oriental tropical estas especies han surgido por especiación ecológica (Tringali *et al.*, 1999b). La especiación ecológica es una controvertida forma de especiación en la que una población se divide en dos, simpátricas o en presencia de flujo génico. En estos casos, la selección

natural entre hábitats marinos contrastantes anula el flujo génico, y las poblaciones son llevadas a lo largo de caminos evolutivos separados (ver Rocha *et al.*, 2005, Bowen *et al.*, 2013). Ejemplos de especiación ecológica han sido informados en otras especies de peces marinos (e.g. Munday *et al.*, 2004, Rocha *et al.*, 2008, Vergara-Chen *et al.*, 2009, Crow *et al.*, 2010). Las fluctuaciones en la geografía y características físicas de los entornos costeros y estuarinos junto con el surgimiento del Istmo de Panamá (Coates *et al.*, 1992) constituyen factores importantes que pudieron haber promovido la diversificación y distribución geográfica actual de las especies de *Centropomus* (Tringali *et al.*, 1999b).

Cuadro 1. Distribución geográfica de las seis especies de *Centropomus* en el Pacífico oriental tropical.

Especies	Distribución geográfica
<i>Centropomus armatus</i>	La boca del Golfo de California hasta Ecuador
<i>Centropomus medius</i>	Desde el sur de Baja California y el Golfo de California central a Ecuador
<i>Centropomus nigrescens</i>	El sur de Baja California y las partes suroeste y este central del Golfo de California a Ecuador
<i>Centropomus robalito</i>	Las partes suroeste y este central del Golfo de California a Ecuador
<i>Centropomus unionensis</i>	Desde El Salvador a Perú
<i>Centropomus viridis</i>	Baja California Sur y el Golfo de California central a Perú y las Galápagos

ECOLOGÍA, CICLO BIOLÓGICO Y GENÉTICA DE POBLACIONES

Es importante iniciar este apartado, destacando que la mayoría del conocimiento sobre la biología y ecología básica de los robalos está fundamentado en los estudios llevados a cabo con la especie atlántica, el robalo común *C. undecimalis* (Andrade *et al.*, 2013; Perera-Garcia *et al.*, 2011, 2013 y referencias citadas en estos trabajos). Estos peces son organismos eurihalinos, diádromos, dependientes de aguas salobres y estrechamente relacionados con los manglares estuarinos (Rivas, 1986, Muhlia-Melo *et al.*, 1995, Taylor *et al.*, 2000). Son peces

carnívoros importantes de alto nivel que se alimentan de una variedad amplia de crustáceos y peces, explotando el tamaño específico de las presas en función de su abundancia en el entorno (Muhlia-Melo *et al.*, 1995, Vega, 2004, Blewett *et al.*, 2006). Se tiene referencia que los robalos suben grandes distancias en los ríos con fines alimentarios (Cooke & Tapia, 1994, Castro-Aguirre, 1999; Robles & Vega, 2004). Los análisis de alimentación natural muestran que las especies de robalo se alimentan de manera oportunista cambiando de presas en relación con el tipo de hábitat que ocupan (Aliaume *et al.*, 2005, Blewett *et al.*, 2006).

En general, el periodo reproductivo para el robalo blanco (*C. undecimalis*) del Atlántico occidental se ha descrito de marzo a noviembre, con máximos valores de desoves entre mayo y agosto (Osorio & González, 1986, McMichael *et al.*, 1989, Taylor *et al.*, 2000, Lozano & Olaya-Nieto, 2004, Caballero-Chavez, 2011, Perera-Garcia *et al.*, 2011, Lorán-Núñez *et al.*, 2012, Andrade *et al.*, 2013). Por otra parte, la temporada de reproducción del robalo prieto (*C. poeyi*), otra especie del Atlántico, fue de junio a agosto con un pico máximo en julio y agosto (Lorán-Núñez *et al.*, 2012). En cuanto a las especies de robalo del Pacífico oriental, solo hay información para *C. medius* de las costas mexicanas para la cual se ha registrado un periodo de crecimiento y engorde muy activo de enero a marzo, entretanto el periodo de desove se extiende de septiembre a noviembre con un pico de actividad en septiembre (Maldonado-García *et al.*, 2005). Los robalos desovan en zonas costeras cercanas a los estuarios. Presentan desoves sincrónicos cuando están agregados, lo cual es una característica de los teleósteos (Alonzo & Mangel, 2005, Maldonado-García *et al.*, 2005). Sin embargo, pueden ocurrir desoves asincrónicos, desfases en las épocas de reproducción, que provoca que haya muchos individuos con un desove parcial característico de las regiones tropicales (Wallace *et al.*, 1993, Tobias, 2001, Lowerre-Barbieri *et al.*, 2003). Después de la eclosión de los huevos, las larvas son transportadas por las corrientes hacia aguas someras y colonizan áreas estuarinas protegidas (Gilmore *et al.*, 1983; McMichael *et al.*, 1989). Para el caso de las especies de robalo del Atlántico, puede ocurrir una segregación espacial de la dominancia de las especies entre los hábitats de crianza ocupando en diferente medida las bocas de ríos y lagunas costeras (Aliaume *et al.*, 2005). Sin embargo, se ha reportado

solapamiento espacial y temporal en el uso del hábitat por los juveniles entre las diferentes especies (Aliaume *et al.*, 2005, Stevens *et al.*, 2007).

La única referencia previa sobre la biología de los robalos en Panamá es el trabajo de Vega (2004) en donde se entrega información general sobre distribución, tallas y pesos, alimentación y reproducción de las seis especies que habitan el Golfo de Montijo, una de las principales zonas de pesca del litoral Pacífico panameño (Cuadro 2). En este estudio, se resalta que el factor que más incidencia tiene en la distribución de las especies de robalos es la salinidad (Vega, 2004). De las especies capturadas, *C. armatus* y *C. medius* son las más abundantes y ambas coinciden en tener mayor actividad reproductiva hacia los meses de octubre a noviembre. De este modo, de implementarse una veda deben tomarse en cuenta estos meses, como una alternativa a la gestión y conservación del recurso (Vega, 2004).

La genética de las poblaciones de los róbalos ha recibido bastante atención, tanto para la especie más conocida (*C. undecimalis*) como para otras especies del Atlántico occidental y del Pacífico oriental. Se han realizado análisis con base en alozimas y polimorfismos de fragmentos de restricción (RFLP) del ADN mitocondrial proveen evidencia de flujo génico restringido entre poblaciones de *C. undecimalis* de la costa Atlántica de Florida y las aguas del Golfo de México (Tringali & Leber, 1999c). Sin embargo, estos análisis quizá hayan fallado en revelar diferencias genéticas entre reservas (“stocks”) dentro de estas regiones. Por otra parte, los patrones de variación genética en un fragmento del gen citocromo B del ADN mitocondrial en *C. parallelus* no muestran evidencia de diferenciación genética a lo largo de la costa brasileña, señalando la existencia de un elevado flujo génico entre las poblaciones estudiadas (Prodocimo *et al.*, 2008). Existen algunos estudios genéticos de las poblaciones de robalo del Pacífico, que utilizando pruebas de homogeneidad de la frecuencia de alelos multilocus y estimados de subdivisión poblacional usando alozimas y marcadores RAPD revelaron la existencia de estructura poblacional en coincidencia con la separación geográfica de las muestras (Díaz-Jaimes *et al.*, 2007). Las fluctuaciones en tamaño poblacional y la expansión de rango de estas poblaciones podrían

explicar las discrepancias entre los niveles de diversidad genética y la estructura poblacional detectada en las diferentes especies de *Centropomus* (Díaz-Jaimes *et al.*, 2007).

Cuadro 2. Resumen de algunos aspectos biológicos de las especies de robalos (*Centropomus* sp.) presentes en estuarios y aguas costeras del Pacífico de Panamá. Datos extraídos de Vega (2004).

Especies	Talla máxima (cm)	Peso máximo (g)	Época de reproducción	Alimentación
<i>C. armatus</i>	31.0	352.0	Todo el año (picos reproductivos en julio y noviembre)	Crustáceos, peces y moluscos
<i>C. medius</i>	36.4	389.9	Entre abril y octubre	Crustáceos y peces
<i>C. nigrescens</i>	53.3	790.3	No determinada	Peces (Engraulidae)
<i>C. robalito</i>	10.9	No determinado	No determinada	Crustáceos
<i>C. unionensis</i>	29.2	318.3	No determinada	Crustáceos
<i>C. viridis</i>	66.9	3000.1	No determinada	Peces (Engraulidae)

IMPORTANCIA COMERCIAL Y MANEJO PESQUERO

Los robalos son valorados por la pesca comercial, la pesca deportiva y la acuicultura en Centro y Suramérica debido a la calidad de su carne blanca de sabor suave y muy apreciada para el consumo. Para el caso de Panamá, las estadísticas de desembarque para el grupo de especies de robalo, durante el año 2009, indican capturas por el orden de 17,294 libras (7,845 kg) de un total de 332,692.30 libras (150,907 kg) de peces, es decir, el 5.2% de todas las especies de peces desembarcadas en el Mercado de Mariscos de la Ciudad de Panamá (Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá, datos no publicados) (Fig. 2). A pesar de que no es significativo el aporte de los robalos a los volúmenes de pesca, su valor comercial y su utilización dentro de la pesca deportiva, amerita la implementación de medidas de protección (Vega, 2004). De esta manera, la inspección pesquera es un elemento básico para garantizar el cumplimiento de la normativa pesquera nacional. Hay que resaltar que las costas del Pacífico de Panamá poseen una flota artesanal importante, que aprovechando la bondad de sus aguas, es objeto de pesquerías no reguladas que obligan a un seguimiento y

control constante. En este sentido, es necesario un control administrativo sobre las pesquerías de robalo, lo cual permitirá conocer la evolución temporal de las capturas por especies, épocas del año, esfuerzo pesquero, etc.

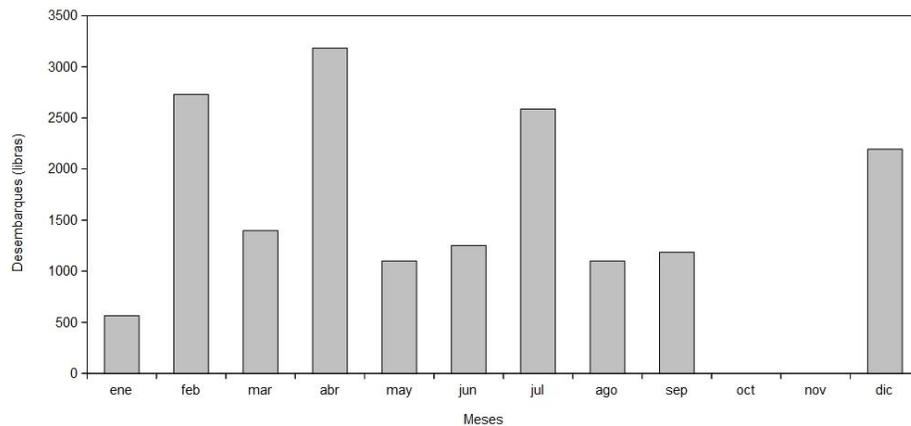


Fig. 2. Desembarques de robalos (*Centropomus* sp.) registrados en el Mercado de Mariscos de la Ciudad de Panamá durante 2009. Fuente: Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP). Para los meses de octubre y noviembre no hay datos disponibles.

Se desconoce si en Panamá las poblaciones de este recurso constituyen un stock pesquero unitario o varios stocks. El manejo adecuado de los robalos requiere la identificación de unidades reproductivas o stocks sobre los que se ejercen las actividades pesqueras. Por lo tanto, el conocimiento sobre la estructuración genética de sus poblaciones y el estudio de la adaptación a condiciones locales son relevantes para adecuar estrategias de manejo. Actualmente, no existen estrategias para la gestión de la pesca de robalos como consecuencia del desconocimiento de sus aspectos biológicos, pesqueros y socioeconómicos. No obstante, la normativa general sobre la actividad pesquera vigente incluye el Decreto 210 de 25 de octubre de 1965 (Gaceta Oficial 15488 de 28/10/65) adicionado parcialmente por el Decreto Ejecutivo 78 de 29 de noviembre de 1972 (Gaceta Oficial 17255 de 03/01/73) y por el Decreto Ejecutivo 9 de 26 de febrero de 1985 (Gaceta Oficial 20266 de 18/03/85). Este decreto establece que queda prohibida la captura de todas las especies marinas utilizando embarcaciones de diez (10) toneladas brutas dentro de esteros, además

de otras áreas de pesca claramente identificadas (Marviva 2011). Por otra parte, el Decreto Ejecutivo 124 de 8 de noviembre de 1990, modificado por el Decreto Ejecutivo 41 de 4 de octubre de 1991 define la pesca ribereña y la prohíbe en las zonas estuarinas entre Punta Chame y la Isla de Taborcillo en la Bahía de Panamá. En la pesca ribereña queda prohibido el uso de redes agalleras, conocidas en Panamá como trasmallos, con longitud de malla menor de tres (3) pulgadas, medida de nudo a nudo, con la malla completamente extendida (Marviva, 2011). Las futuras medidas que se establezcan deben conllevar la supervisión, control e inspección de la explotación de las poblaciones de robalos, así como de forma especial velar por el cumplimiento de estas normas pesqueras. Sin embargo, es necesaria la revisión de estos reglamentos generales de pesca y su actualización para adecuarlos con base a la información biológica y pesquera que se genere del recurso robalo en Panamá.

Los robalos son considerados candidatos potenciales para la acuicultura debido a que son organismos robustos y sedentarios, no tienen gastos energéticos excesivos, presentan un crecimiento rápido, tasas eficientes de conversión de alimento, y un rendimiento de biomasa muy elevado por unidad de volumen en sistemas de cultivo (Alvarez-Lajonchère & Tsuzuki 2008 y referencias citadas). A pesar de que las iniciativas de investigación y desarrollo sobre crecimiento, nutrición, reproducción y tecnologías de producción son continuas (e.g. Alvarez-Lajonchère *et al.*, 2002, Zarza-Meza *et al.*, 2006a, 2006b, Alvarez-Lajonchère & Tsuzuki 2008, Cerqueira & Tsuzuki, 2009, Yanes Roca & Main, 2012, Alvarez-Lajonchère & Ibarra-Castro, 2013), todavía no se han establecido proyectos comerciales de cultivo a gran escala, aunque se han realizado proyectos de repoblación de pesquerías utilizando juveniles criados en cautiverio (Brennan *et al.*, 2008). Por otra parte, algunos estudios sobre la ictiofauna asociada a los estanques de tierra en donde se desarrolla el cultivo de camarón blanco en zonas estuarinas han registrado la presencia de robalos (e.g. Hopkins *et al.*, 1995, Hendrickx *et al.*, 1996, Samocha *et al.*, 2004, Costa & Camara, 2012). En Panamá ha sido observada la presencia de la especie *C. robalito* en los estanques de cultivo de camarón de la Estación de Aguas Estuarinas Enrique Enseñat de la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá ubicada en Aguadulce (ARAP, 2010). Esto una evidencia de que esta especie de robalo pueden tener

posibilidades de cría exitosa en sistemas de cultivo en estanques de tierra y jaulas en los estuarios del Pacífico de Panamá caracterizados por amplias variaciones de salinidad y turbidez elevada. Además, a través de ensayos preliminares de aclimatación de individuos salvajes al medio controlado se ha logrado el cambio del hábito de alimento vivo a alimento inerte. Las acciones se realizan para coleccionar información sobre el manejo y acondicionamiento de un lote de reproductores con el fin de inducir la reproducción para incorporar e impulsar la tecnología de piscicultura de robalos (ARAP, 2010).

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN

Las especies de *Centropomus* han sido escasamente estudiadas en Panamá y particularmente no se ha atendido de manera amplia ni sus aspectos biológicos ni pesqueros. La única información disponible sobre los robalos proviene de evaluaciones preliminares realizadas en el Golfo de Montijo (Vega, 2004). Es necesaria la ampliación de los estudios de edad, crecimiento y reproducción de estas especies para obtener resultados concretos y completos referentes a la madurez gonadal, fecundidad, talla mínima de madurez sexual, etc. Desde el punto de vista pesquero, es necesario determinar las artes y métodos de pesca empleados, las capturas y esfuerzo pesquero, captura por unidad de esfuerzo, y los aspectos socioeconómicos de estas pesquerías con el fin de proponer medidas y propuestas de regulación de este recurso pesquero (Cuadro 3).

Se desconoce la magnitud del efecto de la pesca sobre las poblaciones de robalos en las aguas del Pacífico de Panamá, principalmente debido a la falta de datos sobre las capturas a bordo de embarcaciones pesqueras y en los puertos de desembarque. Si no se dispone de información fiable, no podrán alcanzarse decisiones duraderas ni realizarse un diagnóstico de la situación de las pesquerías de robalo ni pronósticos sobre los efectos del control de la ordenación. Es necesario establecer programas de monitoreo a largo plazo, con la finalidad de reducir riesgos y mejorar los conocimientos de las poblaciones de robalo mediante una mejor información y análisis más atentos, y una adopción de decisiones más sólidas sustentadas en la biología y dinámica pesquera del recurso. El inicio y continuación de estudios sobre estructura de edades, actividad reproductiva, reclutamiento y

variación genética a escalas espaciales y temporales serán útiles para comparar la dinámica y conectividad de las poblaciones bajo diferentes tasas de explotación o en diferentes hábitats, constituyendo una base importante para la gestión del recurso. El desarrollo de programas de investigación que integren aspectos biológicos y datos ambientales, como temperatura, salinidad y precipitación pluvial como apoyo, pueden contribuir a explicar patrones reproductivos locales y a identificar stocks pesqueros en estas especies a largo plazo en los estuarios y manglares del Pacífico panameño.

Cuadro 3. Amenazas y necesidades de investigación y conservación para las especies de *Centropomus* del Pacífico oriental tropical.

Amenazas, necesidades de investigación y conservación
<ul style="list-style-type: none">• Pérdida y degradación del hábitat por desarrollo urbano.• Contaminación acuática por sustancias tóxicas (e.g. metales pesados, hidrocarburos).• Estudios detallados sobre estructura de tallas y edades, ciclos de reproducción, estructura, dinámica y conectividad de las poblaciones.• Gestión de los estuarios y manglares desde una perspectiva ecosistémica.

La dependencia de los robalos a las aguas estuarinas y áreas de manglar, ha generado preocupación sobre cómo el impacto de la pérdida del hábitat (degradación de los estuarios y manglares) puede estar amenazando a las poblaciones naturales de robalo. La degradación de los estuarios y manglares incluye perturbaciones en los flujos hidrológicos entre el medio fluvial y el medio marino que afectan la calidad del agua, niveles bajos de oxígeno disuelto y contaminación por sustancias tóxicas (Moreira *et al.*, 2012, Restrepo & Kettner, 2012, Jennerjahn, 2012, Grilo *et al.*, 2013, Valiela *et al.*, 2012, 2013). En este sentido, ya existe evidencia de las consecuencias de la degradación del hábitat sobre los róbalo. Se ha informado que la diversidad de la dieta en estuarios menos degradados es mayor que estuarios más degradados y la importancia de las presas más relevantes es desproporcionadamente más alta en los estuarios más degradados (Adams *et al.*, 2009). La diferencia en la diversidad de la dieta de los juveniles de róbalo puede ser un indicador de un conjunto de cambios en el funcionamiento del ecosistema y en la estructura de la red trófica

que pueden reducir la tasa de reclutamiento exitoso de estos juveniles a la población adulta (Adams *et al.*, 2009). Por otra parte, los niveles elevados de contaminación química de las aguas y sedimentos detectado en los estuarios y manglares (Dsikowitzky *et al.*, 2011, Lewis *et al.*, 2011) pueden inducir daños genéticos (Kirschbaum *et al.*, 2009) y fisiológicos (Seriani *et al.*, 2013) en los robalos conduciendo a desbalances ecológicos. De este modo, la evidencia científica puntualiza la necesidad de realizar investigaciones sobre el impacto de la degradación y pérdida del hábitat sobre las poblaciones de róbalo. De igual manera, la conservación de estas poblaciones debe considerar la protección de los ecosistemas estuarinos y zonas de manglar que les proporcionan hábitats esenciales para la crianza de juveniles.

El estudio de la relación entre las condiciones del medio ambiente estuarino y la variabilidad genética de las poblaciones de robalos es otro aspecto interesante que requiere la realización de estudios científicos. En este contexto, la actividad investigadora en el campo de la genética de poblaciones a lo largo de gradientes ambientales en estuarios y lagunas costeras es constante y ha generado contribuciones importantes para comprender la naturaleza de estos procesos ecológicos (e.g. González-Wangüemert *et al.*, 2006, 2009, González-Wangüemert & Pérez-Ruzafa, 2012, Richards *et al.*, 2010, Vergara-Chen *et al.*, 2010a, 2010b, 2013). Los estuarios son aguas costeras de transición sometidas a fuertes restricciones ambientales que pueden desempeñar un papel importante en la separación de las especies en poblaciones diferentes, incluso a pequeña escala espacial (Bamber & Henderson, 1988; Bradbury *et al.*, 2008; D'Anatro *et al.*, 2011; Fluker *et al.*, 2011). Por lo tanto, las limitantes ambientales en los estuarios podrían contribuir a la diferenciación poblacional y se podría esperar hallar adaptación local bajo diferentes condiciones ecológicas causando una elevada heterogeneidad genética dentro de las poblaciones estuarinas a pequeña escala espacial. Estudios para evaluar estos problemas se han desarrollado teniendo como modelo de estudio especies propias de estuarios y lagunas costeras templadas (Bilton *et al.*, 2002, Watts & Johnson, 2004, y referencias citadas previamente). Sin embargo, estos patrones y procesos de estructuración genética son aún poco conocidos en regiones tropicales. Las especies de robalo normalmente son abundantes en los estuarios y

lagunas costeras tropicales del Pacífico oriental. Son organismos eurihalinos y dependientes de las aguas estuarinas, características ecológicas que hacen de los róbalos, modelos muy interesantes para el estudio de la estructura genética a pequeña escala y la adaptación a las condiciones ambientales muy variables de los ecosistemas de aguas salobres e hipersalinas. Investigaciones de esta naturaleza serán novedosas y un aporte a la genética y genómica de poblaciones en ecosistemas costeros tropicales (Fig. 3). La información que se genere permitirá entender de una manera integral los efectos de las condiciones ambientales en la fisiología de los robalos o su capacidad de respuesta. Además será de utilidad para los esfuerzos de conservación a través de la asignación de unidades de manejo genético con claras implicaciones prácticas para determinar los efectos de la pesca sobre la variación genética y para el desarrollo de la acuicultura.

La evaluación del estado de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza revela que las seis especies de *Centropomus* presentes en Pacífico oriental tropical están clasificadas como especies de preocupación menor. No obstante, para actualizar y validar esta clasificación se requieren de nuevas aproximaciones para la adquisición de datos sobre la ecología y las necesidades de hábitat de estas especies, la determinación de la estructura genética y conectividad poblacional, los efectos potenciales de la pérdida o degradación de los hábitats (estuarios y manglares), y el desarrollo de métodos para el seguimiento de las pesquerías a largo plazo. Los modelos que incorporen estos factores pueden luego ser derivados para proveer un marco de referencia y guiar la investigación y conservación. Desde la perspectiva socioeconómica, las pesquerías de robalos no están claramente estudiadas, por lo que deberían iniciarse y mejorarse determinadas medidas encaminadas a la mejora social y económica de los pescadores dedicados a esta actividad. Esto ayudará a evaluar el profesionalismo de los pescadores, el nivel de respeto al medio ambiente y la sostenibilidad de las pesquerías. Además, sería muy provechoso el desarrollo de un modelo bioeconómico de la pesca de robalos mediante la aplicación de herramientas informáticas a partir de la gestión pesquera.

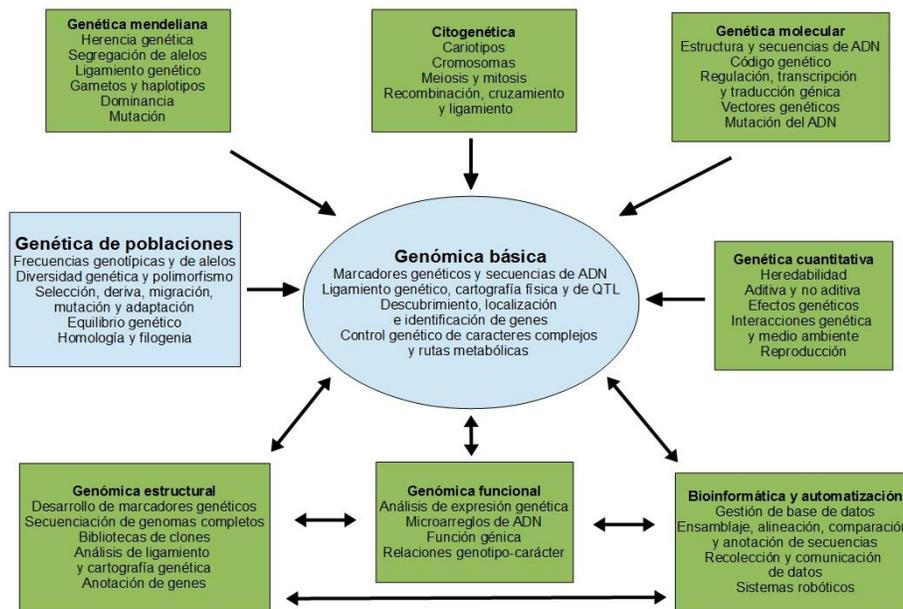


Fig. 3. Temáticas de investigación necesarias en genética y genómica de las especies de róbalo (*Centropomus* sp.) del Pacífico oriental. En color celeste están indicadas las áreas en donde existen datos publicados e investigaciones en curso, mientras que en color verde se señalan las áreas que requieren esfuerzos de trabajo y generación de información científica.

CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS

Estamos siendo testigos de cambios sin precedentes en el medio marino y los recursos pesqueros, cuyas consecuencias probablemente desconocemos. Esta aseveración está fundamentada en la evidencia científica relacionada con la sobrepesca, destrucción de los hábitats y cambios ambientales en el océano. Los desafíos y oportunidades deben ser tomados en cuenta en el contexto de un paisaje marino cambiante. Para el caso particular de las especies de robalo del Pacífico de Panamá, no se dispone de información de captura esfuerzo mensual y anual, áreas y artes de pesca, con la cual se podrían identificar las principales zonas de pesca. Se recomienda cuantificar los volúmenes de captura, magnitud del esfuerzo de pesca y precios de comercialización de las especies en los puertos de desembarque. Una acción interesante es la elaboración de cartas de distribución de las

zonas de pesca que aportaría información relevante para la gestión pesquera. Todo esto se fundamenta en la gran importancia comercial que tiene la pesca de róbalo, siendo frecuente su presencia en los mercados por su excelente carne, aunque su precio resulta ser bajo. También es una especie con potencial para acuicultura costera que requiere de mayores estudios en este campo.

El monitoreo a largo plazo de aspectos biológicos y pesqueros sería una contribución hacia la identificación los probables cambios en la distribución y volúmenes de desembarque de estas especies, permitirían predecir la presencia de eventos oceanográficos (e.g. El Niño, cambios en la temperatura del mar y fluctuaciones en la precipitación fluvial que afectan la salinidad en las zonas estuarinas y manglares). De este modo, es una necesidad imperante contar con información estadística de las pesquerías de robalo a fin de obtener datos oportunos y confiables, los cuales son de gran interés porque se constituyen como una de las principales herramientas para la toma de decisiones orientadas a la conservación de los stocks pesqueros en el tiempo, a fin de que sirvan como sustento del desarrollo productivo y económico del sector.

AGRADECIMIENTOS

La Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) facilitó datos sobre desembarques de robalo obtenidos en el Mercado de Mariscos de la Ciudad de Panamá. El autor es apoyado por el Sistema Nacional de Investigación (contrato SNI 32-2013) de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) de Panamá.

REFERENCIAS

Adams, A.J., R.K. Wolfe & C.A. Layman. 2009. Preliminary examination of how human-driven freshwater flow alteration affects trophic ecology of juvenile snook (*Centropomus undecimalis*) in estuarine creeks. *Estuar. Coast.* 32: 819-828.

Aliaume, C., A. Zerbi & J.M. Miller. 2005. Juvenile snook species in Puerto Rico estuaries: distribution, abundance and habitat description. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 47: 499-519.

Alonzo, S.H. & M. Mange. 2005. Sex-change rules, stock dynamics, and the performance of spawning-per-recruit measures in protogynous stocks. *Fish. Bull.* 103: 229-245.

Alvarez-Lajonchère, L., V. R. Cerqueira, I. D. Silva, J. Araujo & M. Reis. 2002. Mass Production of Juveniles of the Fat Snook *Centropomus parallelus* in Brazil. *J. World Aquacult. Soc.* 33: 506-516.

Alvarez-Lajonchère, L. & M.Y. Tsuzuki. 2008. A review of methods for *Centropomus* spp. (snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin America. *Aquacult. Res.* 39: 684-700.

Alvarez-Lajonchère, L. & L. Ibarra-Castro. 2013. Aquaculture species selection method applied to marine fish in the Caribbean. *Aquacult.* 408-409: 20-29.

Andrade, H., J. Santos & R. Taylor. 2013. Life-history traits of the common snook *Centropomus undecimalis* in a Caribbean estuary and large-scale biogeographic patterns relevant to management. *J. Fish Biol.* 82: 1951-1974.

ARAP. 2010. Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá. Memoria anual 2010. República de Panamá. 82p.

Bamber, R.N. & P.A. Henderson. 1988. Pre-adaptive plasticity in atherinids and the estuarine seat of teleost evolution. *J. Fish Biol.* 33: 17-23.

Blewett, D.A., R.A. Hensley & P.W. Stevens. 2006. Feeding habits of common snook, *Centropomus undecimalis*, in Charlotte Harbor, Florida. *Gulf Carib. Res.* 18: 1-13.

Bowen, B.W., L.A. Rocha, R.J. Toonen, S.A. Karl, M.T. Craig, J.D. DiBattista, J.A. Eble, M.R. Gaither, D. Skillings & C.J. Bird. 2013. The origins of tropical marine biodiversity. *Trend. Ecol. Evol.* 28(6): 359-366.

Bilton, D.T., J. Paula & J.D.D. Bishop. 2002. Dispersal, genetic differentiation and speciation in estuarine systems. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 55: 937-952.

Bradbury, I.R., S.E. Campana & P. Bentzen. 2008. Low genetic connectivity in an estuarine fish with pelagic larvae. *Can. J. Aquat. Sci. Fish.* 65: 147-158.

Brennan, N.P., C.J. Walter & K.M. Leber. 2008. Manipulations of stocking magnitude: addressing density-dependence in a juvenile cohort of common snook (*Centropomus undecimalis*). *Rev. Fish. Sci.* 16: 215-227.

Caballero-Chávez, V. 2011. Reproducción y fecundidad del robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) en el suroeste de Campeche. *Cienc. Pesq.* 19: 35-45.

Camara, M.R. & M.F. Costa. 2012. Diversity, abundance and seasonal variation of the ichthyofauna associated with shrimp farming in a tropical estuary in northeastern Brazil. *Mar. Biodiv.* 42: 471-479.

Castro-Aguirre, J.L. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. Editorial Limusa S.A. de C.V. 629 pp.

Cerqueira, V.R. & M.Y. Tsuzuki. 2009. A review of spawning induction, larviculture, and juvenile rearing of the fat snook, *Centropomus parallelus*. *Fish Physiol. Biochem.* 35:17-28.

Chavez, H. 1961. Estudio de una nueva especie de róbalo del Golfo de México y redescipción de *Centropomus undecimalis* (Bloch) (Pisces, Centropomidae) *Ciencia* 21(2): 75-83.

Coates, A.G., J.B.C. Jackson, L.S. Collins, T.M. Cronin, H.J. Dowset, L.M. Bybell, P. Jung & J.A. Obando. 1992. Closure of the Isthmus of Panama: The near-shore marine record of Costa Rica and western Panama. *Bull. Geol. Soc. America* 104: 814-828.

Cooke, R.G. & G. Tapia R. 1994. Marine and freshwater fish amphidromy in a small tropical river on the Pacific coast of Panama: a

preliminary evaluation based on gill-net and hook-and-line captures. En: W. van Neer (editor), Fish Exploitation in the Past. Annales du Musée Royale de l'Afrique Centrale, Sciences Zoologiques 274: 99-106.

Crow, K.D., H. Munehara, & G. Bernardi. 2010. Sympatric speciation in a genus of marine reef fishes. *Mol. Ecol.* 19: 2089-2105.

D'Anatro, A., A.N. Pereira & E.P. Lessa. 2011. Genetic structure of the white croaker, *Micropogonias furnieri* Desmarest 1823 (Perciformes: Sciaenidae) along Uruguayan coasts: contrasting marine, estuarine, and lacustrine populations. *Environ. Biol. Fish.* 91: 407-420.

Díaz-Jaimes, P., E. Sandoval-Castellanos & M. Uribe-Alcocer. 2007. Comparative population structure of three snook species (Teleostei: Centropomidae) from the eastern central Pacific. *Ichthyl. Res.* 54: 380-387.

Dsikowitzky, L., I. Nordhaus, T.C. Jennerjahn, P. Khrycheva, Y. Sivatharshan, E. Yuwono & J. Schwarzbauer. 2011. Anthropogenic organic contaminants in water, sediments and benthic organisms of the mangrove-fringed Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. *Mar. Poll. Bull.* 62: 851-862.

Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter & V.H. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen II. Vertebrados. Parte 1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.

Fluker, B.L., F. Pezold & R.L. Minton. 2011. Molecular and morphological divergence in the inland silverside (*Menidia beryllina*) along a freshwater-estuarine interface. *Environ. Biol. Fish.* 91: 311-325.

Fraser, T.H. 1968. Comparative osteology of the Atlantic snooks (Pisces, *Centropomus*). *Copeia* 1968: 433-460.

Gilmore, R.G., C.J. Donohoe & D.W. Cooke. 1983. Observations on the distribution and biology of east-central Florida populations of the

common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch). Florida Scientist 46: 313-336.

González-Wangüemert, M. & Á. Pérez-Ruzafa. 2012. In two waters: contemporary evolution of lagoonal and marine white seabream (*Diplodus sargus*) populations. Mar. Ecol. 33: 337-349.

Greewood, P.H. 1976. A review of the family Centropomidae (Pisces, Perciformes). Bull. Br. Mus. Nat. Hist. 29: 1-81.

Grilo, C.F., R.R. Neto, M.A. Vicente, E.V.R. de Castro, R.C.L. Figueira & R.S. Carreira. 2013. Evaluation of the influence of urbanization processes using mangrove and fecal markers in recent organic matter in a tropical tidal flat estuary. Appl. Geochem. 38: 82-91.

Hendrickx, M.E., J. Salgado-Barragan & M.A. Meda-Martinez. 1996. Abundance and diversity of macrofauna (fish and decapod crustaceans) in *Penaeus vannamei* culture ponds in western Mexico. Aquacult. 143: 61-73.

Hopkins, J.S., P.A. Sandifer, M.R. DeVoe, A.F. Holland, C.L. Browdy & A.D. Stokes. 1995. Environmental impacts of shrimp farming with special reference to the situation in the continental United States. Estuar. 18: 25-42.

Jennerjahn, T.C. 2012. Biogeochemical response of tropical coastal systems to present and past environmental change. Earth Sci. Rev. 114: 19-41.

Kirschbaum, A.A., R. Seriani, C.D.S. Pereira, A. Assunção, D.M. Souza Abessa, M.M. Rotundo & M.J.T. Ranzani-Paiva. 2009. Cytogenotoxicity biomarkers in fat snook *Centropomus parallelus* from Cananéia and São Vicente estuaries, SP, Brazil. Genet. Mol. Biol. 32: 151-154.

Lewis, M., R. Pryor & L. Wilking. 2011. Fate and effects of anthropogenic chemicals in mangrove ecosystems: a review. Environ. Poll. 159: 2328-234.

Lorán-Núñez, R.M., R.F. Martínez-Isunza, A.J. Valdez-Guzmán, M. Garduño-Dionate & E.R. Martínez-Lorán. 2012. Reproducción y madurez sexual de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) y robalo blanco (*C. undecimalis*) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz (2005-2007). *Cienc. Pesq.* 20: 49-64.

Lozano, G.E. & C.W. Olaya-Nieto. 2004. Reproductive aspects of common snook (*Centropomus undecimalis*) in the Cispata bay, Colombia. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 55: 1029-1030.

Lowerre-Barbieri, S.K., F.E. Vose & J.A. Whittington. 2003. Catch-and-release fishing on a spawning aggregation of common snook: does it affect reproductive output. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 132: 940-952.

Maldonado-García, M., V. Gracia-López, M. Carrillo, A. Hernández-Herrera & C. Rodríguez-Jaramillo. 2005. Stages of gonad development during the reproductive cycle of the blackfin snook, *Centropomus medius* Günther. *Aquacult. Res.* 36: 554-563.

Marviva. 2011. Compendio de normas pesqueras de la República de Panamá. Fundación Marviva, Panamá, 46p.

McMichael, R.H., K. Jr. Peters & G. Parsons. 1989. Early life history of the snook *Centropomus undecimalis* in Tampa Bay, Florida. *Northeast Gulf Sci.* 10: 113-325.

Meek, S.E. & S.F. Hildebrand. 1925. The marine fishes of Panama. *Field Mus. Nat. Hist. Publ. Zool. Ser.* 15: 331-707.

Moreira, L.B., M.A. Hortellani, J.E. Sarkis, L.V. Costa-Lotufu & D.M.S. Abessa. 2012. Contamination of port zone sediments by metals from large marine ecosystem of Brazil. *Mar. Poll. Bull.* 64: 479-488.

Muhlia-Melo, A., J. Arvizu-Martínez, J. Rodríguez-Romero, D. Guerrero-Tortolero, F.J. Gutiérrez-Sánchez & A. Muhlia-Almazán. 1995. Sinopsis de información biológica, pesquera y acuacultural a cerca de los robalos del género *Centropomus* en México. Programa de Evaluación de Recursos Naturales del Centro de Investigaciones

Biológicas del Noreste, S. C. Volumen Especial. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S. C. La Paz. 52 pp.

Munday, P.L., L.V. Herwerden & C.L. Dudgeon. 2004. Evidence for sympatric speciation by host shift in the sea. *Curr. Biol.* 14: 1498-1504.

Osorio, J. & L. González. 1986. Aspectos reproductivos del robalo *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) (Pisces: Centropomidae) de la Isla Margarita, Venezuela. *Contrib. Cient. Cent. Investig. Cient., Univ. Oriente* 9: 1-35.

Perera-Garcia, M.A., W. Contreras-Sánchez, M. Huerta-Ortiz & E. Pérez-Sánchez. 2011. Reproductive biology of common snook *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae) in two tropical habitats. *Rev. Biol. Trop.* 59(2): 669-681.

Perera-Garcia, M.A., M. Mendoza-Carranza, W. Contreras-Sánchez, A. Ferrara, M. Huerta-Ortiz & R.E. Hernández-Gómez. 2013. Comparative age and growth of common snook *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae) from coastal and riverine areas in Southern Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 61(2): 807-819.

Prodocimo, V., M.K. Tschá, M.R. Pie, J.F. Oliveira-Neto, A. Ostrensky, & W.A. Boeger. 2008. Lack of genetic differentiation in the fat snook *Centropomus parallelus* (Teleostei: Centropomidae) along the Brazilian coast. *J. Fish Biol.* 73: 2075-2082.

Restrepo, J.D. & A. Kettner. 2012. Human induced discharge diversion in a tropical delta and its environmental implications: the Patía River, Colombia. *J. Hydrol.* 424-425: 124-142.

Richards, C.L., J.P. Wares, & J.A. Mackie. 2010. Evaluating adaptive processes for conservation and management of estuarine and coastal resources. *Estuar. Coast.* 33: 805-810.

Rivas, L.R. 1986. Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. *Copeia* 1986: 576-611.

Robertson, D.R. & G.R. Allen. 2006. Shorefishes of the tropical eastern Pacific: an information system. Version 2. DVD-ROM. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panama.

Robles, Y. & A.J. Vega. 2004. Caracterización físico, química y biológica de la parte media-baja del Río Santa María, Veraguas, Panamá. *Tecnociencia (Panamá)* 6(2): 75-89.

Rocha, L.A., D.R. Robertson, J. Roman & B. Bowen. 2005. Ecological speciation in tropical reef fishes. *Proc. Royal Soc. B* 272: 573-579.

Rocha, L.A., K.C. Lindeman, C.R. Rocha & H.A. Lessios. 2008. Historical biogeography and speciation in the reef fish genus *Haemulon* (Teleostei: Haemulidae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 48: 918-928.

Samocha, T.M., I.M. Lopez, E.R. Jones, S. Jackson & A.L. Lawrence. 2004. Characterization of intake and effluent waters from intensive and semi-intensive shrimp farms in Texas. *Aquacult. Res.* 35: 321-339.

Seriani, R., D.M. de S. Abessa, D.S. Camilo, A.A. Pereira, A. Assunção, Kirschbaum & M.T. Ranzani-Paiva. 2013. Influence of seasonality and pollution on the hematological parameters of the estuarine fish *Centropomus parallelus*. *Braz. J. Oceanogr.* 61: 105-111.

Stevens, P.W., D.A. Blewett & G.R. Poulakis. 2007. Variable habitat use by juvenile common snook, *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae): applying a life-history model in a southwest Florida estuary. *Bull. Mar. Sci.* 80: 93-108.

Taylor, G.R., J.A. Wittington & H.J. Grier. 2000. Age growth, maturation and protandric sex reversal in the common snook *Centropomus undecimalis*, from the east and west coasts of south Florida. *Fish. Bull.* 98: 612-624.

Tringali, M.D., T.M. Bert & S. Seyoum. 1999a. Genetic identification of Centropominae fishes. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 128: 446-458.

Tringali, M.D., T.M. Bert, S. Seyoum, E. Bermingham & D. Bartolacci. 1999b. Molecular phylogenetics and ecological

diversification of the trans-isthmian fish genus *Centropomus* (Perciformes: Centropomidae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 13: 193-207.

Tringali, M.D. & K.M. Leber. 1999. Genetic considerations during the experimental and expanded phases of snook stock enhancement. *Bull. Nat. Res. Inst. Aquacult.* 1: 109-119.

Tobias, W.J. 2001. Mangrove habitat as nursery grounds for recreationally important fish species-great pond, St. Croix, USA. virgin islands. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 52: 468-487.

Valiela, I., L. Camilli, T. Stone, A. Giblin, J. Crusius, S. Fox, C. Barth-Jensen, R.O. Monteiro, J. Tucker, P. Martinetto & C. Harris. 2012. Increased rainfall remarkably freshens estuarine and coastal waters on the Pacific coast of Panama: magnitude and likely effects on upwelling and nutrient supply. *Global Planet. Change* 92-93: 130-137.

Valiela, I., A. Giblin, C. Barth-Jensen, C. Harris, T. Stone, S. Fox & J. Crusius. 2013. Nutrient gradients in Panamanian estuaries: effects of watershed deforestation, rainfall, upwelling, and within-estuary transformations. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 482: 1-15.

Vega, A.J. 2004. Evaluación del recurso pesquero en el Golfo de Montijo. Agencia española de Cooperación Internacional. Impresiones Marín, Panamá.

Vergara-Chen, C., W.E. Aguirre, M. González-Wangüemert & E. Bermingham. 2009. A mitochondrial DNA based phylogeny of weakfish species of the *Cynoscion* group (Pisces: Sciaenidae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 53: 602-607.

Vergara-Chen, C., M. González-Wangüemert, C. Marcos & A. Pérez-Ruzafa. 2010a. High gene flow promotes the genetic homogeneity of *Pomatoschistus marmoratus* (Risso 1810) from Mar Menor coastal lagoon and adjacent marine waters (Spain). *Mar. Ecol.* 31: 270-275.

Vergara-Chen, C., M. González-Wangüemert, C. Marcos & A. Pérez-Ruzafa. 2010b Genetic diversity and connectivity remain high in *Holothuria polii* (Delle Chiaje 1823) across a coastal lagoon-open sea environmental gradient. *Genetica* 138: 895-906.

Vergara-Chen, C., M. González-Wangüemert, C. Marcos & A. Pérez-Ruzafa. 2013. Small-scale genetic structure of *Cerastoderma glaucum* in a lagoonal environment: potential significance of habitat discontinuity and unstable population dynamics. *J. Moll. Stud.* 79(3): 230-240.

Wallace, R.A., S.M. Boyle, H.J. Grier, K. Selman & T.R. Petrino. 1993. Preliminary observations on oocyte maturation and other aspects of reproductive biology in captive female snook, *Centropomus undecimalis*. *Aquacult.* 116(2-3): 257-273.

Watts, R.J. & M.S. Johnson. 2004. Estuaries, lagoons and enclosed embayments: habitats that enhance population subdivision of inshore fishes. *Mar. Freshwat. Res.* 55: 641-651.

Yanes Roca, C. & K.L. Main. 2012. Improving larval culture and rearing techniques on common snook (*Centropomus undecimalis*). En: Muchlisin, Z. (Ed.). *Aquaculture*. InTech. Available from: <http://www.intechopen.com/books/aquaculture/improving-larval-culture-and-rearing-techniques-on-common-snook-centropomus-undecimalis>. ISBN: 978-953-307-974-5.

Zarza-Meza, E.A., J.M. Berruecos-Villalobos, C. Vásquez-Peláez & P. Álvarez-Torres. 2006a. Cultivo experimental de robalo *Centropomus undecimalis* y chucumite *Centropomus parallelus* (Perciformes: Centropomidae) en estanques rústicos de tierra. *Cienc. Mar.* 32: 219-227.

Zarza-Meza, A.E., J.B. Villalobos, C.P. Vásquez & P.T. Álvarez. 2006b. Cultivo experimental del robalo *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) y chucumite *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) (Perciformes: Centropomidae) en agua dulce en un estanque de concreto en Alvarado, Veracruz, México. *Veterinaria México* 37: 327-333.

Recibido febrero de 2014, aceptado abril de 2014.