

PERSPECTIVAS DE LA ACUICULTURA MARINA EN EL CARIBE COLOMBIANO

PROSPECTS IN MARINE AQUACULTURE IN COLOMBIAN CARIBBEAN

Jaime Alberto Rojas Ruiz

rojasja@yahoo.com

Institución: Oceanario Islas del Rosario, Centro de Investigación, Educación y Recreación
– CEINER

RESUMEN

El Oceanario Islas del Rosario – Centro de Investigación, Educación y Recreación (CEINER) cuenta con un programa de investigación en acuicultura marina para el desarrollo y adaptación de técnicas de cultivo de especies de interés ecológico y comercial. Con el fin de proteger y recuperar a largo plazo los arrecifes coralinos del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, se instaló y evaluó desde el 2011 dos sistemas de cultivo de corales denominados “guarderías submarinas” (líneas y árboles) a partir de la única colecta inicial de fragmentos del coral cacho de venado *Acropora cervicornis* coral cuerno de alce *Acropora palmata*, los cuales se marcaron y se fragmentaron en la medida que crecían para consolidar esta guardería. A partir del 2014 se iniciaron trasplantes masivos de estos fragmentos al medio natural con el fin de recuperar áreas designadas mediante esta técnica de reproducción asexual. Como complemento de estas labores de restauración coralina, se iniciaron investigaciones para lograr repoblar a futuro corales a partir de la reproducción sexual, con la colecta de gametos en los eventos de reproducción natural con las especies *A. cervicornis* y *Orbicella faveolata* que fueron llevados al laboratorio para ser cultivadas. Desde hace más de 20 años el CEINER realiza una investigación para lograr la reproducción controlada del Mero Guasa *Epinephelus itajara*, ya que cuenta con el único plantel de reproductores en condiciones de cautiverio en el mundo. Como un acontecimiento histórico, el mes de mayo de 2015 por primera vez en el mundo se logró con éxito su reproducción a partir de la selección de ejemplares en el CEINER con la cual se desarrolló con éxito su larvicultura y la producción de juveniles. Adicionalmente se cuenta con la técnica de producción de alevinos y cultivo de la cobia *Rachycentron canadum* cuya técnica de engorde en jaulas flotantes ha sido transferida a algunas organizaciones de pescadores del Caribe colombiano. El pámpano *Trachinotus falcatus* es otra especie candidata para el desarrollo de su cultivo para lo cual se cuenta con los reproductores adaptados al cautiverio. Son pocas las especies de peces marinos que tienen desarrollo avanzado de investigación en el Caribe colombiano siendo llevadas a cabo con éxito en las instalaciones de CENIACUA y CEINER.

INTRODUCCION

El Oceanario Islas del Rosario – Centro de Investigación, Educación y Recreación (CEINER) cuenta con un programa de acuicultura marina que tiene como finalidad realizar investigación básica y aplicada sobre recursos marinos para el desarrollo y/o adaptación de técnicas de reproducción y cultivo en condiciones controladas en sus laboratorios de especies típicas del mar Caribe Colombiano como estrategia de repoblamiento en su hábitat natural dirigida a las especies amenazadas, como alternativa de sustento económico para los pescadores artesanales y como mecanismo de diversificación de la acuicultura en Colombia.

La investigación en cultivo de corales y peces marinos ha permitido avanzar en la adaptación y mejoramiento de técnicas para un futuro desarrollo a mayor escala en el Caribe Colombiano.

Cultivo de corales

En el Caribe colombiano, las áreas coralinas que hacen parte del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (PNNCRSB) están expuestas a diferentes presiones globales y locales. El problema ambiental más grande es causado especialmente por la escorrentía continental que aportan a las bahías de Barbacoas y Cartagena las aguas del Canal del Dique el cual es un brazo artificial del Río Magdalena, que con su alto contenido de sedimentos y contaminantes ha generado la degradación de la mayoría de corales vivos de esta importante área protegida.

A partir del año 1984 se agravó la salud de los arrecifes coralinos del PNNCRSB al duplicarse el caudal del Canal del Dique, llevándolos a una muerte, situación similar a la ocurrida con los arrecifes coralinos y pastos marinos que habitaban en los fondos de la Bahía de Cartagena, saludables antes del año 1952, época en que se puso en funcionamiento el canal.

La restauración, el cultivo y propagación de corales ha surgido como una alternativa para contrarrestar este rápido cambio en el ecosistema marino, tomando especial importancia el proyecto de restauración de caudales hídricos del Canal del Dique, el cual permitirá el restablecimiento de condiciones propicias para su crecimiento (Fondo de Adaptación, 2016).

Recientemente, diferentes técnicas de cultivo han sido probadas y se han convertido en importantes herramientas de restauración y conservación a nivel mundial. La metodología de cultivos de coral donde colonias de coral o fragmentos crecen bajo el agua y luego son trasplantados a arrecifes degradados ha sido aplicada con éxito a diferentes escalas (Rinkevich, 2000, Shafir *et al.*, 2006; Amar y Rinkevich, 2007; Zarza *et al.*, 2014) .

Con resultados exitosos, el CEINER junto a Parques Nacionales Naturales de Colombia ha desarrollado desde el 2011 un programa de restauración de corales que ha sido reconocido a nivel nacional, con una guardería de crecimiento de individuos de coral que puede proveer más de 5.000 fragmentos de corales de las especies *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*, catalogadas como especies en peligro en el Anexo II de la Convención sobre el

Comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre - CITES (CITES, 2003), siendo éstas últimas también trasplantadas sistemáticamente junto con la dirección del PNNCRSB.

A partir del 2014 se iniciaron trasplantes masivos de estos fragmentos al medio natural con e fin de recuperar áreas designadas mediante esta tecnica de reproducción asexual. Como complemento de estas labores de restauración coralina, se iniciaron investigaciones para lograr repoblar a futuro corales a partir de la reproducción sexual, con la colecta de gametos en los eventos de reproducción natural con las especies *A. cervicornis* y *Orbicella faveolata* que fueron llevados al laboratorio para ser cultivadas.

Cultivo de peces marinos

Cobia (Rachycentron canadum)

La cobia (*Rachycentron canadum*) es un pez considerado como gran candidato para el desarrollo de acuicultura en aguas tropicales y subtropicales (Liao et al., 2004; Benetti et al., 2007, 2008, 2010). La cobia es el único miembro de la familia Rachycentridae, y se distribuye ampliamente en aguas tropicales y subtropicales, abarcando el Atlántico Este y Oeste, el Caribe, el indo-Pacífico de India Australia y Japón (Briggs, 1960; Hassler & Rainville, 1975; Shaffer & Nakamura, 1989; Ditty & Shaw, 1992). En el Oeste del Pacífico ha sido reportado como marginal (Briggs, 1960; Collette, 1999). La cobia es eurihalina y euriterma, por eso puede tolerar temperaturas y salinidades en los rangos de 16,8 -32,2 °C y 5 – 44.5 respectivamente (Shaffer & Nakamura, 1989; Resley et al., 2006).

El cultivo de la cobia en jaulas flotantes empezó a principio de la década de los 90's en Taiwán (Liao et al., 2004), y en 1997 el desarrollo de la tecnología de producción de juveniles permitió la expansión de la industria en Taiwán (Yeh et al., 1998). Desde el año 1999 el cultivo de cobia se expandió en Asia, principalmente en Taiwán, Vietnam y China y en otros países Asiáticos del sureste y del Indo Pacífico como Filipinas, Indonesia, Irán e Isla Reunión. Durante la última década la industria se ha desarrollado crecientemente en regiones tropicales y subtropicales a lo largo del mundo. Recientemente en Australia y en las Islas Marchall se han empezado a desarrollar cultivos de cobia, así mismo como en América y en el Caribe (Estados Unidos, Puerto Rico, Bahamas, Belice, República Dominicana, México, Panamá y Brasil) (Benetti et al., 2007, 2010; Holt et al., 2007)

Durante los últimos ocho años el programa de Acuicultura de la Universidad de Miami en su Laboratorio (Hatchery) Experimental, ha implementado investigación básica y aplicada para el desarrollo de técnicas avanzadas de manejo de reproductores, reproducción, larvicultura y producción de alevinos de cobia y cultivo en jaulas sumergidas y Flotantes en alianza con el sector privado (Benetti et al., 2010), siendo la entidad líder en América y el Caribe en la producción de alevinos.

En Colombia, esta tecnología ha sido transferida desde el 2008 a dos centros de investigación (CEINER y CENIACUA), donde se estandarizaron los protocolos de producción de alevinos. La adaptación y desarrollo del paquete tecnológico a la fecha es el

resultado del trabajo conjunto a través de la investigación y el rescate de saberes, permitiendo el desarrollo y optimización de los procesos para la producción de alevines de cobia.

El desarrollo del paquete tecnológico del cultivo de la cobia en Colombia implica las etapas de producción de alevines en laboratorio y engorde en jaulas flotantes en el mar, esta última etapa solo se ha realizado en Colombia a escala industrial durante cuatro años en el departamento de Bolívar, y no se ha realizado a escala artesanal para el beneficio de las poblaciones costeras.

El CEINER junto con CENIACUA lograron adoptar después de cuatro años de esfuerzos técnicos y financieros la técnica de producción de alevines de cobia en Colombia. La cobia se convierte en el primer pez marino con el cual se pueden realizar cultivos en el Caribe Colombiano.

Después de tener la técnica de producción de alevinos de cobia en laboratorio, el CEINER en el 2015 inició una primera fase de transferencia tecnológica de cultivo de cobia a pescadores artesanales de Isla Grande y Barú en temas de instalación de sistema de anclaje, adecuación y reparación de redes, instalación de jaulas flotantes y de redes. A su vez fueron capacitados en la metodología de siembra de alevinos y seguimiento del crecimiento los primeros meses de cultivo. Esta primera fase fue financiada a través del contrato No. 003 de 2014 suscrito entre CENIACUA– CEINER, para el desarrollo de los productos aprobados en el Convenio Especial de Cooperación de Ciencia y Tecnología No. 58 celebrado entre La Gobernación de Bolívar y CENIACUA (Sistema General de Regalías - Fondo Ciencia y Tecnología).

Mero Guasa (*Epinephelus itajara*)

El CEINER cuenta con instalaciones especializadas y personal capacitado en el manejo y reproducción de peces marinos, además cuenta con más de 50 potenciales reproductores de mero guasa marcados individualmente con los cuales ha desarrollado investigaciones y protocolos de manejo de reproductores que permite mantener un sistema de monitoreo de madurez sexual (Rojas et al, 2007, Rojas, et al 1997, Bonilla et al, 2011, Rojas et, al, 2007, Rojas et, al 2013a, Rojas et, al 2013b). Además se cuentan los protocolos de cultivo de alimento vivo de características especiales para la larvicultura del mero guasa.

El mero guasa (*Epinephelus itajara*) es considerado una especie con alto potencial para iniciar su cultivo (Sandovy y Eklund, 1999; Tucker, 1999 y 2003) con el gran limitante de no existir la tecnología para la producción de semilla en laboratorio. No existe referencia o registros sobre el desarrollo de la tecnología de cultivo del mero guasa en ninguna parte del mundo, aunque si se ha logrado con éxito con especies similares de su misma familia (Serranidae) en países asiáticos como Indonesia, Malasia, Filipinas, Taiwán, Tailandia, Hong Kong, China, Vietnam, Corea, Japón, India, Sri Lanka y Arabia (Liao et al 2008).

Por ejemplo, Japón lleva más de 20 años realizando investigaciones en cultivo larval de serránidos, produciendo entre 10.000 y 100.000 juveniles al año (Soyano et al., 2008). Taiwán ha desarrollado su cultivo a escala comercial con siete especies (Su, H. M y Tsen,

K.F, 2008). En Corea se realizan investigaciones con serránidos desde mediados de los años 90s (Lee et al., 2008). En Indonesia se realizan investigaciones en cultivo de serránidos desde los años 90s, produciendo alevinos de varias especies a escala comercial (Sugama et al 2008).

Desde hace mas de 20 años el CEINER realiza una investigación para lograr la reproducción controlada del Mero Guasa *Epinephelus itajara*, ya que cuenta con el único plantel de reproductores en condiciones de cautiverio en el mundo.

Como un acontecimiento histórico, el mes de mayo de 2015 por primera vez en el mundo se logro con éxito su reproducción a partir de la selección de ejemplares en el CEINER con la cual se produjeron juveniles cuyo crecimiento se esta evaluando.

Este avance tecnológico se ha logrado gracias al trabajo conjunto con el Centro de Investigaciones de la Acuicultura de Colombia –CENIACUA y a la financiación y apoyo de diferentes entidades de orden nacional como son la Gobernación de Bolívar a través del Sistema General de Regalías fondo Ciencia y Tecnología, Parques Nacionales Naturales de Colombia, la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP e INCODER.

El Mero Guasa es la segunda especie más grande del mundo que pertenece a la familia Serranidae, y la más grande del Atlántico, alcanzando hasta una talla de 3 metros, pesar 400 Kg y vivir 37 años. Esta especie habita en el mar desde zonas someras hasta 100 m de profundidad y esta asociado a arrecifes de coral, manglares, pastos marinos y estuarios. Además se encuentra en el Atlántico occidental desde los Cayos de la Florida, Bahamas, Golfo de México y el Mar Caribe hasta las costas de Brasil. En el Atlántico oriental se encuentra en las costas de África desde el Congo hasta Senegal.

Las poblaciones naturales del Mero Guasa se han disminuido drásticamente no solo en Colombia sino en todo su rango de distribución por ser vulnerables a la sobrepesca y por la destrucción de su habitat. Por lo anterior , esta especie se encuentra amenazada en la categoría “En Peligro Crítico” según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN y también por el Libro Rojo de Peces Marinos de Colombia. Además, cumple con una importante función ecológica al ser el único depredador del pez león, especie invasora en la cuenca del Caribe.

El Mero Guasa es un excelente candidato para el desarrollo de la tecnología de su cultivo por su alta tasa de crecimiento, su adaptabilidad a condiciones de cautiverio, su elevado precio en el mercado y la exquisitez de su carne que ha motivado el famoso refrán: "*de la mar el mero y de la tierra el cordero*". Sin embargo, no existía en el mundo la tecnología para su cultivo. Los avances obtenidos se constituyen en un gran acontecimiento científico y técnico que permiten vislumbrar una estrategia para la conservación de esta especie y la diversificación de la acuicultura a nivel mundial.

Pámpano (*Trachinotus falcatus*)

Las especies del género *Trachinotus* cuentan con una pesquería de pequeña escala, en 2011 se comercializaron 102.4 toneladas métricas de producto entero en los Estados Unidos, y en

los últimos años se ha venido registrando incrementos en su consumo y precio de venta (Hauville et al., 2014), razón por la cual, este género se hace atractivo para su producción. Especies incluidas en la familia Carangidae, tal es el caso de *Trachinotus falcatus* y *T. carolinus*, son un recurso de alimento importante para las poblaciones que habitan las costas del mar Caribe colombiano. En países como Estados Unidos, el valor comercial de este producto ha incrementado en los últimos años, debido a su gran acogida en el mercado. El género *Trachinotus*, muestra características positivas para la acuicultura, como son, rápido crecimiento, capacidad de adaptarse a condiciones de cultivo de altas densidades, tolerancia a un rango amplio de condiciones ambientales de salinidad y oxígeno disuelto, desoves bajo condiciones de laboratorio y aceptación de dietas comerciales (Richie M. y Williams, 2011).

Juveniles de *T. falcatus* fueron capturados para realizar ensayos de crecimiento con dos dietas (húmeda y seca) en el CEINER. Estos juveniles conforman el stock de reproductores que van a ser usados para realizar los primeros ensayos de producción de alevinos en Colombia.

CONCLUSIONES

La acuicultura marina es una alternativa para ayudar a recuperar ecosistemas que han sido alterados, como es el caso de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano que pueden ser lentamente repoblados mediante técnicas de reproducción sexual de corales con el uso de guarderías submarinas y mediante técnicas de reproducción sexual, criando larvas y juveniles de especies amenazadas en laboratorio.

Son pocas las especies de peces marinos que tienen desarrollo avanzado de investigaciones en el Caribe colombiano siendo llevadas a cabo con éxito en las instalaciones de CENIACUA y CEINER.

La cobia (*R. canadum*), el pompano (*Trachinotus falcatus*) y el mero guasa (*Epinephelus itajara*), se encuentran dentro de las especies que circundan los mares colombianos, con las cuales, se quiere en un futuro practicar su maricultura con la participación de pescadores artesanales, como alternativa productiva para el sustento, además de diversificar la acuicultura en Colombia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Amar KO, Rinkevich B. 2007. A floating mid-water coral nursery as larval dispersion hub: Testing an idea. *Marine Biology* 151:713–18.

Benetti, Daniel, Sardenberg, Bruno, Hoenig, Ron, Welch, Aaron, Stieglitz, John, Miralao, Sasa, Farkas, Daniel, Brown, Patrick, & Jory, Darryl. (2010). Cobia (*Rachycentron canadum*) hatchery-to-market aquaculture technology: recent advances at the University of

Miami Experimental Hatchery (UMEH). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(Suppl. spe), 60-67. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001300008>.

Benetti, D.D.; Orhun, M.R.; Zink, I. et al. Aquaculture of cobia (*Rachycentron canadum*) in the Americas and the Caribbean. In: Liao, I.C.; Leño, E.M. (Eds.) *Cobia aquaculture: research, development and commercial production*. Manila, Philippines: Asian Fisheries Society; Louisiana: World Aquaculture Society; Keelung, Taiwan: The Fisheries Society of Taiwan; and Keelung, Taiwan: National Taiwan Ocean University, 2007. p.57-78.

Benetti, D.D.; Sardenberg, B.; Welch, A. Intensive larval husbandry and fingerling production of cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, v.281, p.22-27, 2008.

Briggs, J.C. Fishes of world-wide (circumtropical) distribution. *Copeia*, v.3, p.171-180, 1960.

Bonilla, J., Rojas, J. y Vieira R. 2011. General information about the breeding of the goliath grouper *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822) in Cartagena, Colombia. En *memorias World Aquaculture 2011*. Brasil.

CITES. 2003. Convención sobre el comercio internacional de especies Amenazadas de fauna y flora silvestres. Decimonovena reunión del Comité de Fauna Ginebra (Suiza), 18-21 de agosto de 2003. Examen del comercio significativo de especímenes de especies del Apéndice II (Resolución Conf. 12.8 y Decisión 12.75).

Collette, B.B., Rachycentridae. In: Carpenter, K.E.; Niem, V.H. (Eds.) *The living marine resources of the western central pacific. Bony fishes part 2 (Mugilidae to Carangidae)*. Rome: FAO, 1999. v.4.

Fondo de Adaptación, 2016. Restauración del sistema del canal del dique. Panel de Ecosistemas marinos (<http://sitio.fondoadaptacion.gov.co/index.php/el-fondo/macroyectos/canal-del-dique>)

Ditty, J.G.; Shaw, R.F. Larval development, distribution, and ecology of cobia *Rachycentron canadum* (family: Rachycentridae) in the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*, v.90, n.4, p.668-677, 1992.

Hauville M., Zambonino J., Bell G., Migaud H. y Main K. 2014. Impacts of three different microdiets on Florida Pompano, *Trachinotus carolinus*, weaning success, growth, fatty acid incorporation and enzyme activity. *Aquaculture*. 422-423. 268-276pp.

Hassler, W.W.; Rainville. R.P. Techniques for hatching and rearing cobia, *Rachycentron canadum*, through larval and juvenile stages. Univ. N.C. Sea Grant Prog. UNC-SG-75-30. 1975.

Holt, G.J.; Faulk, C.K.; Schwarz, M.H. A review of the larviculture of cobia, *Rachycentron canadum*, a warm water marine fish. *Aquaculture*, v.268, p.181-187, 2007.

Liao, I.; Huang, T.; Tsai, W. et al. Cobia culture in Taiwan: current status and problems. *Aquaculture*, v.237, n.1-4, p.155-165, 2004.

Liao I. C., y Leño E. M. 2008. *The Aquaculture of Groupers*. Asian Fisheries society, World Aquaculture Society, The Fisheries Society of Taiwan, and The National Taiwan Ocean University. Taiwan.

Richie M. y Williams T. 2011. Fish meal replacement with solvent-extracted soybean meal or soy protein isolated in a practical diet formulation for Florida pompano (*Trachinotus carolinus*) reared in low salinity. *Aquaculture Nutrition*. 17. 368-379p.

Rinkevich B. 2000. Steps towards the evaluation of coral reef restoration by using small branch fragments. *Marine Biology* 136:807–12.

Rojas, J., Bonilla, J., Hernandez, R. y Viera, R. 1997. Primera fase para el cultivo del mero guasa (*Epinephelus itajara*) en Colombia. I Foro Iberoamericano dos recursos marinos e da acuicultura. *O Grove*. 10: 635-642.

Rojas, J., Bonilla, J., Hernandez, R. y Viera, R. 2007. Avances en el desarrollo del cultivo del mero guasa (*Epinephelus itajara*) en Colombia. En: I Foro Nacional y II Regional de la Acuicultura y Pesca. Riohacha.

Rojas, J., Pinzón, P., Calderón, H, Bonilla, R. Y Viera R. 2011. Avances y perspectivas en el cultivo del mero guasa (*Epinephelus itajara*) y cobia (*Rachycentron canadum*) en el Centro de Investigación, Educación y Recreación. *Revista Entornos*. Nov 2011. Neiva. pp 47-48.

Rojas, J. Rodriguez-Goenaga L y Vieira R. 2013a. Reproductores de mero guasa (*Epinephelus itajara*) en el CEINER, Caribe Colombiano. En Memorias IV Conferencia Latinoamericano sobre Cultivo de Peces Nativos, XIX Jornada de Acuicultura de los Llanos. Octubre 2013.

Rojas, J. Rodriguez-Goenaga L, Vieira R. 2013b. Avance en el desarrollo de la acuicultura marina en el CEINER como estrategia para la conservación de los recursos marinos en el Caribe colombiano. XV Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías el Mar. Septiembre 2013.

Sadovy, Y. & A.M. Eklund. 1999. Synopsis of biological information on *Epinephelus striatus* (Bloch 1972), the Nassau grouper, and *E. itajara* (Lichtenstein 1822) the jewfish, NOAA Technical Report NMS 146, US Department of Commerce. 65 pp.

Shaffer, R.V.; Nakamura, E.L. Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae). NOAA Technical Report, NMFS 82, FAO Fisheries Synopsis. 153. 1989. 21p.

Shafir S, Rijn JV, Rinkevich B. 2006. Steps in the construction of underwater coral nursery: An essential component in reef restoration acts. *Marine Biology* 149:670–87.

Soyano K., Sakakura Y. y Hagiwara A. 2008. En: Liao I. C., y Leño E. M. (Ed.) 2008. *The Aquaculture of Groupers*. Asian Fisheries Society, World Aquaculture Society, The Fisheries Society of Taiwan, and The National Taiwan Ocean University. Taiwan. pp 1-27.

Su, H. M y Tsen, K.F, 2008. Development of techniques for enhancing seed production of *Epinephelus coioides* in Taiwan. En: Liao I. C., y Leño E. M (Ed.). 2008. *The Aquaculture of Groupers*. Asian Fisheries society, World Aquaculture Society, The Fisheries Society of Taiwan, and The National Taiwan Ocean University. Taiwan. pp 29-48.

Sugama K., Insan I., Koessharyani I. 2008. En: Liao I. C., y Leño E. M (Ed.). 2008. *The Aquaculture of Groupers*. Asian Fisheries society, World Aquaculture Society, The Fisheries Society of Taiwan, and The National Taiwan Ocean University. Taiwan. pp 61-78.

Tucker JW. 1999. Species profile grouper aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center; SRAC Publication no. 721.

Tucker, J.W. (2003). Grouper culture. *World Aquaculture* 34 (3), 32-39, 57-59.

Yeh, S.P.; Yang, T.; Chu, T.W. Marine fish seed industry in Taiwan. Workshop on offshore technologies for aquaculture. Haifa, 1998.