# AVANCES EN LA REPRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE PECES MARINOS ORNAMENTALES





Gloria Helena Ospina-Salazar
Marisol Santos-Acevedo
Johann López-Navarro
Diana Isabel Gómez-López
Javier E. Álvarez-Barrera
Javier Gómez-León

COLOMBIA 50% MAR
invemar
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
"José Benito Vives De Andréis" INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

COLOMBIA 50% MAR

invemar

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
"José Benito Vives De Andréis" INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Cerro Punta Betín, Santa Marta
D.T.C.H. PBX:(57) (5) 4328600
Fax: 4328694
www.invemar.org.co

**Director General**
Francisco Armando Arias Isaza

**Subdirector**
**Coordinación de Investigaciones**
Jesús Antonio Garay Tinoco

**Subdirector**
**Recursos y Apoyo a la Investigación**
Carlos Augusto Pinilla González

**Coordinador Programa**
**Biodiversidad y Ecosistemas Marinos**
David Alejandro Alonso Carvajal

**Coordinadora Programa**
**Geociencias Marinas**
Georgina Guzmán

**Coordinador Programa**
**Valoración y Aprovechamiento**
**de Recursos Marinos**
Mario Rueda Hernández

**Coordinadora Programa**
**Calidad Ambiental Marina**
Luisa Fernanda Espinosa

**Coordinadora Programa**
**Investigación para la Gestión Marina**
**y Costera**
Paula Cristina Sierra

**Coordinador Servicios Científicos**
Oscar David Solano Plazas

Santa Marta, 2011

**Coordinación INVEMAR**
Javier Gómez-León
Diana Isabel Gómez-López

**Grupo de Investigación**
Marisol Santos-Acevedo
Javier E. Álvarez-Barrera
Johann López-Navarro
Gloria Helena Ospina-Salazar
Lina María Sánchez-Cardozo
Andrés Felipe Melo
Heidy Pérez
Cindy Montero
Hilda María González
Paula Polanía
Álvaro Cabrera
Sofía Sepúlveda-Cárdenas

**Auxiliares de Investigación**
Miguel Sánchez
María Quintero

**Entidad de investigación y ejecutora**
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andréis" – INVEMAR

**Entidad del sector productivo**
Langostinos del Llano LTDA.

**Entidades colaboradoras**
Instituto Colombiano de Desarrollo Rural – INCODER
Fundación Museo del Mar

**Entidades financiadoras**
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial

Esta publicación es producto de los proyectos: Iniciación al proceso de reproducción de dos especies de peces marinos ornamentales de interés comercial, *Gramma loreto* e *Hippocampus reidi*, en condiciones de laboratorio (código 037-2007U1182-421-07) y "Evaluación del uso de dietas alimenticias y nutricionales de dos especies de peces marinos ornamentales de interés comercial en diferentes estadios de desarrollo" (código 197-2008T6949-384-01), y fue preparada por el grupo INVEMAR-Bioprospección Marina y publicada por el INVEMAR con el apoyo financiero del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Langostinos del Llano, INCODER, Fundación Museo del Mar y el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, a través del Banco de Proyectos de Inversión Nacional (BPIN).

Fotos de la cartilla tomadas por el personal del LABBIP-INVEMAR.

**Diseño y diagramación**
Franklin Restrepo Marín.

**Impresión**
MARQUILLAS S.A.

**Edición general**
Marisol Santos-Acevedo y Javier Gómez-León.

Derechos reservados conforme a la ley, los textos pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente.

Cítese como:
Gloria Helena Ospina-Salazar, Marisol Santos-Acevedo, Johann López-Navarro, Diana Isabel Gómez-López, Javier E. Álvarez-Barrera y Javier Gómez-León. 2011. Avances en la reproducción y mantenimiento de peces marinos ornamentales. Serie de Publicaciones Generales No. 46. Santa Marta, 100 pág. ISBN: 978-958-8448-37-4
Palabras Clave: Peces ornamentales, *Hippocampus reidi*, *Gramma loreto*, Reproducción, Mantenimiento, Alimento vivo, Microalgas, Artemia, Rotíferos, Diseño de sistemas de cultivo, Enfermedades.

# CONTENIDO


PRESENTACIÓN . . . . . 3
AGRADECIMIENTOS . . . . . 4
INTRODUCCIÓN . . . . . 7
1. BIOLOGÍA Y PROBLEMÁTICA DE *H. reidi* Y *G. loreto* . . . . . 11
1.1 *Hippocampus reidi* . . . . . 11
1.1.1 Ubicación taxonómica . . . . . 11
1.1.2 Descripción morfológica . . . . . 12
1.1.3 Reproducción . . . . . 12
1.1.4 Distribución . . . . . 14
1.2 *Gramma loreto* . . . . . 14
1.2.1 Ubicación taxonómica . . . . . 14
1.2.2 Descripción morfológica . . . . . 15
1.2.3 Reproducción . . . . . 15
1.2.4 Distribución . . . . . 16
1.3 Problemática de *H. reidi y G. loreto* . . . . . 17
2. INSTALACIÓN E INFRAESTRUCTURA . . . . . 19
2.1 Infraestructura: disposición general . . . . . 19
2.2 Sistema y áreas necesarias para el cultivo . . . . . 20
2.2.1 Sistema de recirculación . . . . . 20
2.2.2 Sistema de almacenamiento de agua . . . . . 22
2.2.3 Sistema de filtración . . . . . 23
2.2.4 Sistemas complementarios . . . . . 24
2.2.5 Sistema de aeración . . . . . 25
2.3 Agua de mar . . . . . 25
2.3.1 Agua de mar natural . . . . . 27
2.3.2 Agua de mar artificial . . . . . 28
2.4 Maduración del sistema . . . . . 30
2.5 Monitoreo y mantenimiento de la calidad de agua . . . . . 32
2.5.1 Oxígeno . . . . . 32
2.5.2 Salinidad . . . . . 32
2.5.3 pH . . . . . 32
2.5.4 Temperatura . . . . . 33
2.5.5 Nutrientes . . . . . 33
3. PRODUCCIÓN DE ALIMENTO VIVO . . . . . 37
3.1 Cultivo de microalgas . . . . . 37
3.1.1 Especies utilizadas en el LABBIP . . . . . 38
3.1.1.1 *Isochrysis galbana* . . . . . 38
3.1.1.2 *Nannochloropsis* sp. . . . . 38
3.1.2 Dinámica de crecimiento . . . . . 38
3.1.3 Requerimientos particulares . . . . . 39
3.1.4 Desinfección . . . . . 41
3.1.5 Condiciones físicas y químicas particulares . . . . . 42
3.1.6 Medios de cultivo . . . . . 44
3.1.7 Inoculaciones y mantenimiento del cultivo . . . . . 45
3.2 Cultivo de rotíferos . . . . . 48

3.2.1 Especies utilizadas en el LABBIP . . . . . 49
3.2.2 Dinámica de crecimiento . . . . . 49
3.2.3 Requerimientos particulares . . . . . 49
3.2.4 Desinfección . . . . . 51
3.2.5 Condiciones físicas y químicas particulares . . . . . 51
3.2.6 Inoculaciones y mantenimiento del cultivo . . . . . 52
3.2.6.1 Determinación de la densidad del cultivo . . . . . 52
3.2.6.2 Alimentación y enriquecimiento . . . . . 53
3.2.6.3 Mantenimiento, limpieza y cosecha . . . . . 55
3.3 Cultivo de artemia . . . . . 55
3.3.1 Especies utilizadas en el LABBIP . . . . . 57
3.3.2 Requerimientos particulares . . . . . 58
3.3.3 Desinfección . . . . . 59
3.3.4 Criterios de eclosión . . . . . 60
3.3.5 Condiciones físicas y químicas de la eclosión . . . . . 60
3.3.6 Producción de artemias . . . . . 61
3.3.6.1 Eclosión y cosecha de nauplios . . . . . 61
3.3.6.2 Alimentación y enriquecimiento . . . . . 63
4. MANTENIMIENTO DE ORGANISMOS EN EL LABORATORIO . . . . . 65
4.1 Sistemas . . . . . 65
4.1.1 *Hippocampus reidi* . . . . . 65
4.1.1.1 Crías . . . . . 65
4.1.1.2 Juveniles . . . . . 68
4.1.1.3 Adultos . . . . . 68
4.1.2 *Gramma loreto* . . . . . 69
4.1.2.1 Larvas . . . . . 69
4.1.2.2 Juveniles y adultos . . . . . 70
4.1.2.3 Reproductores . . . . . 70
4.2 Reproducción, levante y mantenimiento de *Hippocampus reidi* en cautiverio . . . . . 70
4.2.1 Reproducción . . . . . 70
4.2.2 Levante de crías . . . . . 72
4.2.3 Sexaje y marcación de juveniles . . . . . 76
4.2.4 Mantenimiento de los organismos . . . . . 77
4.3 Reproducción, levante y mantenimiento de *Gramma loreto* en cautiverio . . . . . 78
4.3.1 Reproducción . . . . . 78
4.3.2 Levante de larvas . . . . . 80
4.3.3 Mantenimiento de los organismos . . . . . 81
4.4 Enfermedades presentadas en laboratorio . . . . . 82
4.4.1 *Hippocampus reidi* . . . . . 82
4.4.1.1 Aire/gas y los problemas relacionados . . . . . 82
4.4.1.2 Bacterias comedoras de piel . . . . . 84
4.4.1.3 Exoftalmia . . . . . 85
4.4.1.4 Parásitos . . . . . 85
4.4.2 *Gramma loreto* . . . . . 86
4.5 Aclimatación y cuarentena . . . . . 87
CONSIDERACIÓN FINAL . . . . . 90
BIBLIOGRAFÍA . . . . . 92

# PRESENTACIÓN

El término "ornamentales" es un término genérico que describe a los organismos mantenidos en acuario con propósitos de ornato, incluyendo peces, algas, corales, crustáceos, moluscos, equinodermos, así como las llamadas "rocas vivas". Colombia es reconocida por la diversidad biológica y la abundancia de recursos hídricos. Sin embargo, esta riqueza está amenazada por deterioro ambiental, sobreexplotación y prácticas productivas inapropiadas. Los peces marinos tropicales se encuentran entre los organismos más valorados en el comercio de animales ornamentales, pero la oferta, destinada principalmente a mercados externos, se basa en buena medida en la extracción directa del medio, proceso que afecta los ecosistemas y que no genera alternativas para la población humana.

Una de las perspectivas tecnológicas que viene adquiriendo gran importancia y que forma parte prioritaria de la política del sector pesquero, es la promoción y desarrollo de la acuicultura en general y de la maricultura en particular. En este contexto, la maricultura representa la forma más eficaz y sostenible de asegurar que haya suficiente proteína para alimentar a una población en aumento mientras que la actividad de cultivo ornamental se convierte en una alternativa ante la presión extractiva que se ejerce sobre especies que se concentran en la zona costera y que trae como consecuencia la disminución de la biodiversidad y la alteración y destrucción de los hábitat, impidiendo a mediano y largo plazo la sostenibilidad de los recursos biológicos. Lograr el cultivo de los peces marinos ornamentales persigue una gran causa conservacionista, y una alternativa económica ya que las prácticas de extracción y la carencia de información científica son amenaza de extinción de las especies de mayor interés.

Esta información se ha venido generando para el Caribe colombiano por parte del INVEMAR, a través de investigaciones listando las especies de peces de interés ornamental presentes en la región de Santa Marta de importancia potencial por su color, vistosidad, alimentación y comportamiento entre otros, con esta cartilla enfocada en la reproducción de dos especies de peces ornamentales caballito de mar (*Hippocampus reidi*) especie amenazada y en la lista de especies en peligro CITES en su apéndice II y el loreto o grama real (*Gramma loreto*).

En su ámbito de acción misional, INVEMAR, contribuye a la difusión del conocimiento en busca de alternativas sustentables compatibles con las prácticas locales y en armonía con nuestro ambiente biodiverso, fomentando el uso sostenible de los recursos. Confiamos que esta publicación facilite la conservación de dos recursos que se encuentran en estado crítico en nuestro medio natural.

**Francisco Armando Arias Isaza**
Director General

# INTRODUCCIÓN

Durante años, la acuicultura en el mundo se ha utilizado principalmente como una opción para suplir las grandes demandas de alimento, sin embargo en la actualidad también es un punto de partida para disminuir los impactos ambientales sobre las poblaciones silvestres y un apoyo económico de pequeñas comunidades costeras y microempresas, que han venido posicionándose en el mercado mundial, abasteciendo la demanda de una gran variedad de especies de importancia comercial y ornamental (Koldewey y Martin-Smith, 2009), donde aproximadamente el 50% de la demanda mundial de peces ornamentales marinos proviene de Asia (Olivier, 2003) y el 60% de peces comerciales se origina en países desarrollados (Bartley, 2000). Los peces marinos tropicales se encuentran entre los recursos acuáticos naturales más cotizados en el comercio de animales. Según la FAO (2006), el comercio internacional de estos peces cultivados generó en el año 2000 cerca de 9 billones de dólares, de los cuales el 10% lo aportaron los peces marinos. Asia contribuyó con más del 50% de ese total, seguido por los países africanos. En Estados Unidos, los peces ornamentales cultivados se convirtieron en una industria importante, principalmente en el estado de la Florida, donde cerca de 178 productores generaron en 2003, 47 millones de dólares. Sólo la mitad de los países de Latinoamérica y del Caribe cultivan peces ornamentales, generando únicamente 4 millones de dólares en exportaciones.

Colombia es reconocida por la abundancia de recursos hídricos y por su diversidad biológica, sin embargo esta riqueza se ve amenazada por el deterioro ambiental, sobreexplotación y prácticas productivas inapropiadas. La oferta de peces marinos tropicales se basa en buena medida en la extracción directa del medio, proceso que afecta los ecosistemas y que no genera alternativas productivas para la población. La razón por la que sólo algunas especies de peces marinos tropicales han sido reproducidas en cautiverio se debe en gran parte a la dificultad de proveerles condiciones similares a las del ambiente, desconociéndose gran parte de la información clave sobre su biología y ecología. Otra razón es la falta de investigación en el campo de la acuicultura de peces marinos ornamentales; es una necesidad desarrollar procedimientos confiables y sostenibles de obtención de organismos vivos como una alternativa para suplir la demanda (Wabnitz *et al.*, 2003).

Durante años los caballitos de mar del género *Hippocampus*, han sido muy apetecidos en el mercado mundial, gracias a su valor medicinal en países orientales y como mascotas por su peculiar morfología y comportamiento (Vincent, 1995; Arcos-Pulido, 2008), lo que los ha posicionado como vulnerables en la lista roja de especies amenazadas (IUCN, 2008) y en la lista de especies en peligro CITES en su apéndice II (2008). Dentro de este género, la especie *Hippocampus reidi* se encuentra amenazada por la fuerte presión de pesca y el aumento del comercio en diferentes lugares del mundo que no alcanzan a satisfacer su demanda en el mercado (Hora y Joyeux, 2007; Olivotto *et al.*, 2008; Hora y Joyeux, 2009), siendo catalogada en Colombia como una especie vulnerable, con una rápida reducción en su tamaño poblacional (Acero *et al.*,

2002). Uno de los cuellos de botella en el levante de caballitos de mar es la baja supervivencia de sus crías (Scaratt, 1995; Payne y Rippingale, 2001), esto puede estar relacionado con muchos factores como el ambiente, la comida, el comportamiento alimentario, la intensidad de la luz y la densidad de cultivo (Woods, 2000; Chang y Southgate, 2001; Sheng *et al.*, 2006).

Otra especie de mayor interés económico en el mercado de ornamentales, es el loreto, grama real o royal gramma; *Gramma loreto*, cuyo hábitat son los arrecifes de coral de la región Caribe, se distribuye desde las costas de Florida hasta las de Venezuela, incluyendo Colombia. Se comercializa en casi toda América, incluyendo los países donde no habita y también tiene un mercado importante en Europa. Su adaptación al cautiverio y su vistosa coloración mitad amarillo y mitad morado, lo convierten en una de las especies más populares en el acuario marino de arrecife. Actualmente, existen criaderos en USA principalmente en la Florida, que lo cultivan con fines de comercialización, donde los precios al público por unidad van desde los US$ 25 en adelante; este pez tiene tanta demanda, que Puerto Rico destinó en el 2004 una cuota de captura de 12.500 peces (Reglamento de Pesca de Puerto Rico, 2004). A pesar de conocerse el proceso reproductivo en el medio natural y en cautiverio (Pastor y Báez-Hidalgo, 2002), en Colombia ha habido poco interés en estudiar la biología reproductiva en ambos casos, sólo se sabe que son peces fáciles de mantener en acuario, pero reproducirlos requiere de un proceso investigativo riguroso.

En Colombia, no se encontraron trabajos sobre el cultivo de *Gramma loreto*; pero en cuanto a *Hippocampus reidi*, las primeras descripciones sobre la reproducción y cría se hicieron en el CEINER (1995), donde detallan el cortejo entre machos y hembras y explican el proceso de levante. Años más tarde (1999), el Acuario Mundo Marino a cargo de la Universidad Jorge Tadeo Lozano en Santa Marta, realizaron algunos estudios de reproducción de la especie en cautiverio (Villamizar y Domínguez, 1999; Villamizar, 2001). Además se adelantaron experimentos para el levante de juveniles; es así como Azula y León (2000) reportan nacimientos en cautiverio con un número de crías entre 150 a 630; León y Jáuregui (2001), realizan ensayos alimentarios en juveniles, obteniendo supervivencias únicamente durante la primera semana de vida. A partir del 2003, este proceso se consideró como "Proyecto Bandera" en el marco del Programa Nacional de Conservación *ex situ*, establecido por la Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios (ACOPAZOA). Más adelante, Giraldo y Polania (2005), lograron el levante de *H. reidi* en tres sistemas controlados, manejando una densidad de 3 caballitos.$L^{-1}$ y alcanzando una supervivencia de 6,6%. Hasta el momento los esfuerzos de investigación, indican que los juveniles son organismos que requieren control de la temperatura y pH durante sus primeras fases de desarrollo, que pueden ser alimentados con plancton cultivado y que esta especie presenta características de plasticidad que le confiere ventajas para su cultivo como especie de interés para la conservación y uso ornamental (Cabrera, 2010; Zuluaga-Arévalo, 2010). Finalmente desde hace cuatro años en el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR, se vienen adelantando estudios con el objetivo de avanzar en la tecnología para el cultivo de estas especies, en donde Melo (2010) concluyó que las mejores respuestas

en supervivencia y crecimiento de las crías al cabo de 30 días se presentaron a una salinidad de 27 y una temperatura de 26°C.

Esta cartilla recopila los protocolos necesarios para desarrollar la cría y levante de caballitos de mar y la obtención de larvas de loreto en cautiverio. La información que se presenta a continuación fue obtenida por el INVEMAR, en asocio con Langostinos del Llano Ltda., Fundación Museo del Mar e INCODER en el marco de los proyectos: "Iniciación al proceso de reproducción de dos especies de peces marinos ornamentales de interés comercial, *Gramma loreto* e *Hippocampus reidi*, en condiciones de laboratorio (código 037-2007U1182-421-07) y "Evaluación del uso de dietas alimenticias y nutricionales de dos especies de peces marinos ornamentales de interés comercial en diferentes estadíos de desarrollo" (código 197-2008T6949-384-01) financiados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Convocatoria Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, 2007 y 2008).

A futuro este protocolo puede contribuir en gran medida con las políticas de conservación de especies amenazadas, de diversificación de la producción acuícola y en la modernización del sector rural colombiano convirtiéndose en una alternativa de desarrollo para las comunidades asentadas en los litorales y para la cadena del comercio de peces ornamentales del país.