

## La medusa bala de cañón (*Stomolophus meleagris*) en Colombia, revisión de su distribución y primer reporte en el océano Pacífico

### The cannonball jellyfish (*Stomolophus meleagris*) in Colombia, the revision of its distribution and the first report in the Pacific Ocean

Cristina Cedeño-Posso<sup>1</sup>, Nancy Yolimar Suárez-Mozo<sup>2</sup>, José Castaño-Gómez<sup>3</sup>

#### Resumen

Esta contribución da a conocer la distribución actual de la medusa bala de cañón (*Stomolophus meleagris*) en Colombia; se evidencia la escases de estudios realizados en el Caribe colombiano y ninguno realizado en el Pacífico colombiano. Se registra por primera vez para el Pacífico colombiano la presencia de *S. meleagris* en la zona de Bahía Málaga, donde se recolectaron tres medusas juveniles; se describe de manera breve los especímenes encontrados, los cuales fueron medidos y fotografiados. Actualmente, las medusas se encuentran depositadas en el Museo de Historia Natural Marina de Colombia, en la ciudad de Santa Marta.

**Palabras clave:** Bahía Málaga, Colombia, Medusas bala de cañón, *Stomolophus meleagris*.

#### Abstract

This contribution discloses the actual distribution of cannonball jellyfish (*Stomolophus meleagris*) in Colombia, the scarcity of studies in the Colombian Caribbean and is evident nulls made to the Colombian Pacific. The presence of *S. meleagris* near Bahía Málaga, where three juveniles were collected jellyfish is recorded for the first time for the Colombian Pacific; described briefly found specimens, which were measured and photographed. Currently, jellyfish are deposited in the Marine Museum of Natural History of Colombia, in the city of Santa Marta.

**Keywords:** Bahía Málaga, Colombia, Cannonball jellyfish, *Stomolophus meleagris*.

#### Introducción

Las medusas son importantes ecológicamente, tanto en las redes tróficas, actuando como presa y predador (Alvariño 1975, Mianzan y Cornelius 1999, Kawahara *et al.* 2006, Pitt *et al.* 2007), como en las relaciones simbióticas con zooxantelas (Hale 1999, Muscatine y Marian 1982), con crustáceos (Gasca *et al.* 2007) y alevinos de varias especies de peces (Gadidos, Trichiuridos, Clupeidos, entre otros) los cuales se agrupan bajo sus campanas posiblemente como protección a depredadores, aunque no todos sobrevivan (Alvariño 1975, Lynam y Brierley 2006). Al tener un conocimiento de su rol en el medio y su

dinámica poblacional, que puede variar en períodos de semanas a meses (Hale 1999, Russell 1970), las medusas podrían ser utilizadas como indicadoras de cambios en el ecosistema (Álvarez-Colombo *et al.* 2013), por ejemplo, un rápido incremento de sus poblaciones es atribuido a factores como la eutrofización, la pesca excesiva y al cambio climático (Mianzan *et al.* 2005, Lynam *et al.* 2006, Purcell *et al.* 2009). Actualmente, a nivel mundial, el sector pesquero se está viendo afectado por el gran número de medusas que dañan las redes, deterioran los productos pesqueros y atrasan las labores pesqueras (Lynam *et al.* 2006); además, las medusas se alimentan de ictioplancton (huevos y larvas de peces)

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), Santa Marta, Colombia. e-mail: cristina.cedeno@invemar.org.co

<sup>2</sup> Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Unidad Académica Mazatlán, Sinaloa, México. e-mail: nancy-yolimar@hotmail.com

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP), Tumaco, Nariño, Colombia. e-mail: jose436cg@hotmail.com

Fecha recepción: Mayo 20, 2015

Fecha aprobación: Marzo 9, 2016

Editor Asociado: Jiménez-Ortega AM

y zooplancton que sirve de alimento para las larvas de peces comerciales (Purcell y Sturdevant 2001). Se ha hecho necesario, entonces, buscar alternativas para el uso de tal cantidad de medusas en el medio. Es por esta razón que se han desarrollado estudios en bioprospección, con los cuales no solo se obtiene un beneficio para la sociedad sino también económico, como por ejemplo en tratamientos médicos (Ohta *et al.* 2009), generando paquetes tecnológicos para su reproducción y mantenimiento como especie ornamental o como un recurso pesquero alternativo (Hsieh *et al.* 2001, You *et al.* 2007).

En países como Japón y la costa Pacífica sur de China, algunas especies de la clase Scyphozoa, sobre todo del orden Rhizostomeae como *Nemopilema nomurai*, *Rhopilema esculentum* y *Stomolophus meleagris* se usan como recurso pesquero alternativo y como alimento de consumo popular debido a que poseen un gran tamaño. Las partes que se consumen son la campana o los brazos orales deshidratados que aunque tienen un bajo contenido proteínico se usan más que todo como entrada o ingrediente extra para otras recetas (Hsieh *et al.* 2001, You *et al.* 2007). La medusa bala de cañón (*Stomolophus meleagris*), se encuentra distribuida en América tanto en la costa atlántica y la costa pacífica (Mayer 1910); sin embargo, en Latinoamérica, solo México tienen una explotación de medusas desde 1999 hacia Asia en donde se paga hasta 70 dólares el kilo (Puente-Tapia y Medina-Sánchez 2010).

En Colombia el estudio de las medusas aún es escaso. Por conocimiento tradicional de los pescadores la medusa bala de cañón es muy frecuente en algunos meses del año, sin embargo, no se tiene información sobre su distribución, biología reproductiva y dinámica poblacional, es decir las fluctuaciones en su abundancia y sus variaciones espaciales y temporales, temas que son muy importantes si se espera evaluar el uso de esta medusa desde el punto de vista potencial para su aprovechamiento en Colombia. En esta primera aproximación a la medusa *S. meleagris* se tendrá en cuenta su distribución en la costa Caribe y región del Pacífico de Colombia. Para esto se tuvieron en cuenta los registros descritos para el área que no han sido antes publicados, los registros de la base de datos del Proyecto de Investigación de Animales Gelatinosos: Medusozoa (PIAG: Medusozoa) un proyecto de ciencia ciudadana que ha estado recopilando

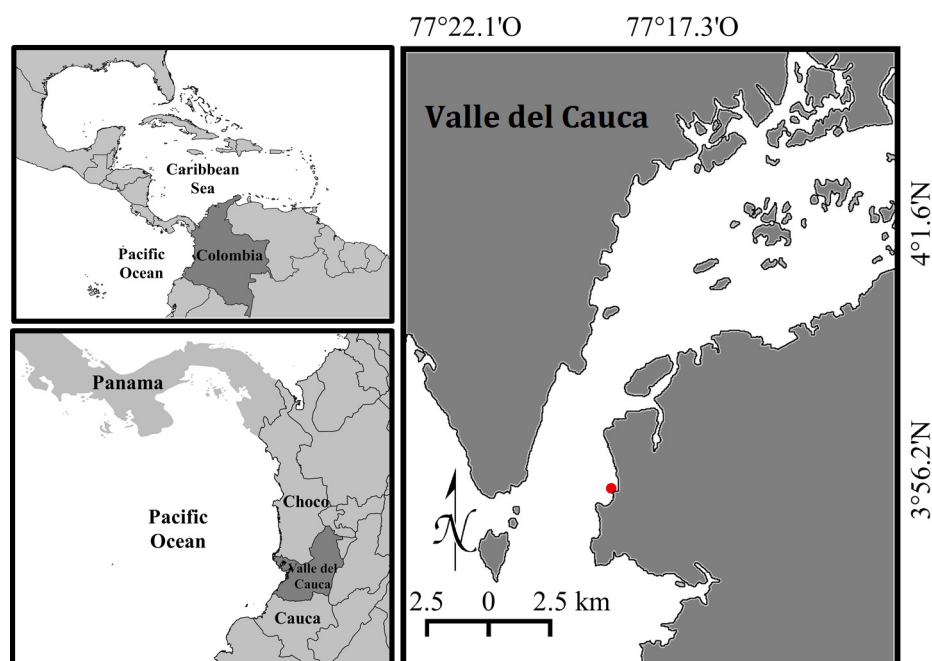
información de avistamientos de medusas desde el año 2009 y un primer reporte de esta medusa en la costa pacífica.

**Reportes de *Stomolophus* en Colombia.** Moncaleano y Niño (1976) realizaron una descripción, distribución y notas ecológicas de los celenterados de la bahía de Cartagena (Bolívar, Colombia), describiendo la presencia de siete escifomedusas; entre ellas se encontró a la medusa bala de cañón, *Stomolophus meleagris* y se la describió como una especie oceánica de aguas cálidas que se le puede observar durante la época seca a principios de marzo y se localiza en la zona de alta salinidad dentro de la bahía de Cartagena. En el año 2009 se identificaron seis especies en las aguas superficiales del departamento del Magdalena (Cedeño-Posso 2010), entre ellas, cinco especímenes de la medusa bala de cañón, fueron colectados en Isla de Rosario (sector costero de Isla de Salamanca), como parte de la fauna acompañante de la pesca artesanal con red camaronera. Dos de estos especímenes se encuentran como material de referencia en la colección del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MAKURIWA), del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andreis” (INVEMAR) con código INV CNI 3256. Las medusas fueron encontradas, durante los meses de marzo, abril, julio y agosto (época seca hasta lluviosa), meses caracterizados según el IMaRS (2009) por presentar temperaturas entre 23,40-28,10°C. Rountree (1983) informa que *S. meleagris* aparece primero en aguas estuarinas cuando es muy joven para luego emigrar a aguas más salinas a medida que crece. En el Atlántico norte, su presencia ocurre en la época seca y desaparece en los meses de lluvias, probablemente algunas sobrevivientes de la temporada anterior de reproducción, permanecerían en el área (Kraeuter y Setzler 1975).

Según la base datos de PIAG: Medusozoa, se tienen en total (hasta el momento) 36 reportes de *S. meleagris* en los departamentos de Córdoba (bahía de Cispata) (en imprenta), Bolívar (Playa de la Boquilla), Magdalena (Tasajera, Isla de Rosario, Boca de la Barra, Aeropuerto Simón Bolívar, bahía de Gaira, bahía de Taganga y bahía de Neguanje) y La Guajira (Camarones y Mayapo). El 66,7% de los avistamientos se han presentado durante la época seca mayor (diciembre a abril) con mayor intensidad de los vientos Alisios del NE, 27,8% durante los meses



**Figura 1.** Medusas capturadas el 1 de octubre de 2011 en Mayapo (La Guajira, Colombia) y el 19 de abril de 2013 en Tasajera, Magdalena, Colombia. Registro fotográfico del PIAG: Medusozoa).

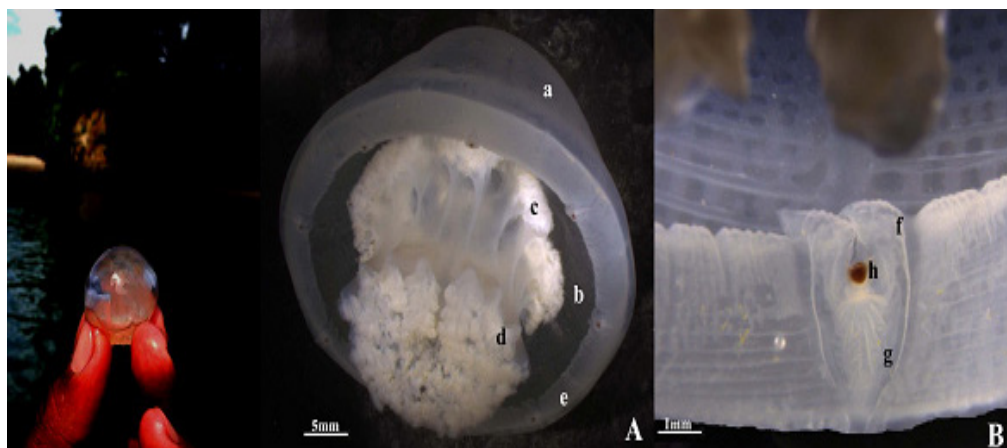


**Figura 2.** Área de estudio en donde fueron colectadas las medusas *Stomolophus meleagris*, bahía Málaga, Valle del Cauca, Colombia.

de transición (mayo a agosto) y solo 5,6% durante la época de lluvias (septiembre a noviembre) (Franco-Herrera 2005). En nueve de los 36 reportes, los avistamientos fueron de más de 30 medusas, generalmente en Mayapo (La Guajira) cuando se recogen las redes de arrastre y en Tasajera (Magdalena) mientras los pescadores se dirigen a sus sitios de pesca con palangre (Figura 1).

**Registro de *Stomolophus* en el océano Pacífico.** Los especímenes se recolectaron en el área de bahía Málaga en la playa Juan de Dios en el Pacífico

colombiano localizado entre los  $03^{\circ}55'49,34''N$ - $77^{\circ}18'53,82''W$  (Figura 2). La bahía Málaga está ubicada al norte de la bahía de Buenaventura, en el departamento del Valle del Cauca, Colombia, en la región central de la costa pacífica colombiana. Situada entre  $3^{\circ}56'N$ - $77^{\circ}21'W$ , con un área aproximada de  $136\text{ km}^2$  en la parte marino-costera (Cantera 1991). Con la Resolución 1501 del 4 de agosto de 2010, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, se declara el área protegida comprendida por 47,094 hectáreas (equivalentes a



**Figura 3.** Escifomedusa *Stomolophus meleagris*. **A.** Especimen completo; **B.** Nicho ropaliar en vista exumbrelar, a) exumbrela y b) subumbrela, c) escapula, d) brazos orales, e) nicho ropaliar, f) lobulos ropaliar, g) surcos ropaliar, h) ropalia.  
Fotografía de Dorado-Roncancio, 2014. Material preservado.

1,3734 millas náuticas cuadradas). Bahía Málaga alberga una alta variedad de hábitats como playas arenosas, planos de lodos, playas rocosas intermareal, manglares y las zonas permanentemente sumergidas y pelágicas, donde se observa muchos de los hábitats y condiciones de vida marina de toda la costa del Pacífico colombiano (Cantera 1991).

Se recolectaron tres medusas de la especie *Stomolophus meleagris* (juveniles), el 5 de mayo de 2014, no se utilizó ningún muestreador o red, estas fueron recolectadas con la mano, no se observó ningún cambio aparente de tamaño entre las medusas vivas y luego que se fijaron. A los tres ejemplares se le tomaron medidas del ancho y largo de la campana. Longitud de los brazos orales y escapula, el número de órganos sensoriales y su distancia hasta el margen umbrelar, número de lóbulos, bolsillos gástricos, diámetro del ostio genital y se describió la apariencia externa de la umbrela (como su coloración y textura). La clasificación y descripción de los ejemplares se llevó a cabo siguiendo la literatura de Mayer 1910, Kramp 1961, Mianzan y Cornelius 1999, Haddad 2002, Morandini *et al.* 2005, Morandini *et al.* 2006. Los especímenes se fijaron y preservaron en una solución de formalina al 4% en agua de mar (i.e cuatro partes de formol en 96 partes de agua de mar). Los especímenes se encuentran como material de referencia en la colección del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MAKURIWA) del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andreis”(INVMAR).

Phylum Cnidaria Hatschek, 1888

Clase Scyphozoa Goette, 1887

Subclase Discomedusae Haeckel, 1880

Orden Rhizostomeae Cuvier, 1799

Familia Stomolophidae Haeckel, 1880

Género *Stomolophus* L. Agassiz, 1862

***Stomolophus meleagris* L. Agassiz, 1962 (Figura 3)**

**Referencias de identificación:** Mayer 1910:709, Kramp 1961:381, Mianzan y Cornelius 1999: 547, Haddad 2002: p41, Morandini *et al.* 2005: 289, Morandini *et al.* 2006: p5.

**Nombre común:** Bala de cañón (*Cannonball jellyfish*) o cabeza de repollo (*Cabbagehead jellyfish*).

**Material examinado:** Tres ejemplares (juveniles) preservados en una solución de formalina al 4%. INV CNI 3964, 2014. Colombia, Valle de Cauca.

**Diagnosis:** Medusa Rhizostoma con escapulas; una boca central primaria; sin filamentos terminales y brazos orales cortos y dicotómicos.

**Descripción:** Medusa Rhizostoma con escapulas. Umbrela más que hemisférica, de largo y ancho promedio  $29,37 \pm 3,58$  y  $41,90 \pm 1,37$  mm, respectivamente. Superficie exumbrelar lisa, mesoglea densa y rígida, a excepción del margen umbrelar. Brazos orales dicotómicos, cortos y fusionados formando un pseudo-manubrio sin filamentos y con una boca central primaria (Figura 3A) de longitud promedio  $16,15 \pm 3,34$  mm, dos escapulas (16 en total) con aberturas bucales en la base de cada brazo oral, de



7,36 ± 2,45 mm de longitud promedio (Figura 3A). Lóbulos marginales cortos y redondeados (20 a 25 por octante). Musculatura subumbrelar circular interrumpida en los canales radiales (Figura 3A). Estómago central pequeño, canales radiales conectados con la red de canales anastomosados, sin canal radial. Lóbulos ropaliarios dos o tres veces más largos que los demás, ocho ropalia (Figura 3B); los ejemplares observados presentaban una coloración amarilla (material en vivo) y coloración blanquecina (material preservado).

**Condiciones oceanográficas:** Las variables oceanográficas fueron obtenidas de una estación relativamente cercana (3° 55'39.09"N-77° 19'31.03"W) de donde fueron recolectadas las medusas, se realizaron perfiles cada hora en los dos ciclos mareales del día (flujo y reflujo), la marea alta y baja correspondieron a las 10:11 y las 15:24, respectivamente. Los valores de salinidad se presentaron entre 23,5 y 28,7 UPS, mientras que en marea baja, los valores de salinidad se presentaron entre 25,3 y 30,8 UPS, medidos en la columna de agua (5 a 43 metros de profundidad), no se evidencia una haloclina notable, sin embargo el comportamiento es variable en el transcurso de las dos mareas. En cuanto, a la temperatura se obtuvo valores entre 28,2°C y 28,1°C en marea alta y entre 29°C y 28,4°C en marea baja. En ambas mareas la temperatura en la columna de agua se comporta de forma homogénea y constante.

**Comensalismo:** Puede que las medusas fueran tan pequeñas, que no prestaban aún un tipo de asociación simbiótica, sin embargo, se ha reportado que la morfología estructural de las medusas puede ser usada para la protección, limpieza y alimentación sobre todo de peces (Mansueti 1963, Martini *et al.* 2004). A *S. meleagris*, se le ha reportado con comensales el cangrejo *Libinia* sp. (Corrington 1927, Rountree 1983, Shanks y Graham 1988) y con peces juveniles nadando detrás de la medusa y cerca de sus brazos orales, como *Peprilus triacanthus* (palometa pintada), *Aluterus schoepfi*, *Caranx bartholomaei*, *C. hippos* (jureles), *Chloroscombrus chrysurus* (casabe) y *Monacanthus hispidus* (lija) (Rountree 1983, Shanks y Graham 1988). En México, López-Martínez y Rodríguez-Romero (2008), dieron el primer reporte de *Hemicaranx zelotes* (jurelillo negro) y Álvarez-Tello *et al.* (2013) con el cirripedio *Conchoderma virgatum* asociados con *S. meleagris*.

Las áreas marinas protegidas, como bahía Málaga,

son herramientas efectivas para la conservación de ecosistemas y comunidades residentes. Sin embargo, este primer registro evidencia el desinterés que existe en este grupo de Cnidarios, no teniendo claro cuál es su rango de distribución, variación temporal y el ciclo de vida de la especie en el Pacífico colombiano. Según pescadores *S. meleagris* siempre se ha encontrado en la zona, pero nunca se había reportado en el ámbito científico para bahía Málaga. Se hace necesario entonces darle más importancia a este tipo de organismos, enfocando su investigación hacia el papel de las medusas en el ecosistema, sus interacciones y/o asociaciones con otros organismos (e. g. peces, crustáceos) (López-Martínez y Rodríguez-Romero 2008, Álvarez-Tello *et al.* 2013). Es primordial que este conocimiento se divulgue con los pescadores y comunidad en general debido a que pueden contribuir al registro de nuevas especies y alertar posibles blooms que se podrían presentar en la zona.

## Agradecimientos

Al Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas sede Pacífico, por la colecta, envió de las muestras y suministro de la información oceanográfica. A Fernando Dorado Roncancio, del INVE-MAR, por la toma de las fotografías. Al Proyecto de Investigación de Animales Gelatinosos: Medusozoa, por el suministro de información de su base datos. Al Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MAKURIWA) por permitirnos depositar los especímenes a la colección de Cnidarios. A los revisores que colaboraron en mejorar la calidad del manuscrito.

## Literatura citada

- Alvariño A. 1975. *Depredadores planctónicos y la pesca*. Memorias del Simposio Latinoamericano de Oceanografía Biológica, Cumaná, Venezuela; pp. 141-60.
- Álvarez-Tello FJ, López-Martínez J, Rodríguez-Romero J. 2013. Primer registro de la asociación entre *Stomolophus meleagris* (Cnidaria: Scyphozoa: Rhizostomeae) y *Conchoderma virgatum* (Crustacea: Cirripedia: Thoracica) en el Golfo de California. *Hidrobiologica*. 23 (1): 138-42.
- Cedeño-Posso C. 2010. *Composición preliminar de las medusas (Cnidaria: Cubozoa y Scyphozoa) de las aguas superficiales costeras de la región de Santa Marta*. (Trabajo de grado). Santa Marta: Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano; 106 pp.
- Corrington J. 1927. *Commensal association of spider crab and*

- medusa. *Biol Bull.* 53: 346-50.
- Franco-Herrera A. 2005. *Oceanografía de la ensenada de Gaira-El Rodadero, más que un centro turístico en el Caribe colombiano*. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano; 58 pp.
- Gasca R, Suárez-Morales E, Haddock S. 2007. Symbiotic associations between crustaceans and gelatinous zooplankton in deep and surface waters of California. *Mar Biol.* 151: 233-42.
- Haddad M. 2002. Cnidaria. En: Ribeiro-Costa C, Rocha R. (ed.). *Invertebrados: manual de aulas prácticas*. Ribeirão Preto: Holos; pp. 25-50.
- Hale G. 1999. *The classification and distribution of the class Scyphozoa*. Eugene: University of Oregon; 43 pp.
- Hsieh P, Leong F, Rudloe J. 2001. Jellyfish as food. *Hydrobiologia.* 451: 11-7.
- IMaRS (En línea). 2009. (Acceso febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre del 2009) <http://imars.marine.usf.edu/cgi-bin/db?site=carib&mode=daily&index=1&type=st> Full Caribbean Satellite Imagery - Daily - Sea Surface Temperature. University of South Florida, College of Marine Science, Institute for Marine Remote Sensing (IMaRS).
- Kawahara M, Uye , Burnett J, Mianzan H. 2006. Stings of edible jellyfish (*Rhopilema hispidum*, *Rhopilema esculentum* and *Nemopilema nomurai*) in Japanese waters. *Toxicon.* 48: 713-6.
- Kraeuter J, Setzler E. 1975. The seasonal cycle of scyphozoa and cubozoa in Georgia estuaries. *Bull Mar Sci.* 25 (1): 66-74.
- Kramp P. 1961. Synopsis of medusae of the world. *J Mar Biol Assoc United Kingdom.* 40: 1-469.
- López Martínez J, Rodríguez Romero J. 2008. Primer registro de la asociación del jurelillo negro *Hemicaranx zelotes* Gilbert (Pisces: Carangidae) con la medusa bala de cañón *Stomolophus meleagris* Agassiz (Scyphozoa: Rhizostomatidae) en Bahía de Kino, Golfo de California. *Hidrobiologica.* 18 (2): 161-4.
- Lynam C, Gibbons M, Axelsen B, Sparks C, Coetzee J, Heywood B, et al. 2006. Jellyfish overtake fish in a heavily fished ecosystem. *Curr Biol.* 16: 492-3.
- Lynam C, Brierley A. 2006. Enhanced survival of 0-group gadoid fish under jellyfish umbrellas. *Mar Biol.* 150: 1397-401. doi 10.1007/s00227-006-0429-7
- Mansueti R. 1963. Symbiotic behaviour between small fishes and jelly-fishes, with new data on that between the stromateid, *Peprilus alepidotus* and the Scyphomedusa, *Chrysaora quinquecirrha*. *Copeia.* 1: 40-80.
- Martini BR, Krajewski JP, Sazima I. 2004. Does the association of young fishes with jellyfishes protect from predation. A report on a failure case due to damage to the jellyfish. *Neotrop Ichthyol.* 2 (2): 103-5.
- Mayer G. 1910. *Medusae of the world*. Vol.3. Washington: Carnegie Institution of Washington; 230 pp.
- Mianzan HW, Cornelius PFS. 1999. Cubomedusae and Scyphomedusae. In: Boltovskoy D (ed.) *South Atlantic Zooplankton*. Vol. 1. Plymouth: Leiden Backhuys Pub; pp. 513-59.
- Mianzan H, Ramírez F, Costello J, Chlaverano L. 2005. ¿Un mar de gelatina? *Ciencia Hoy.* 15 (86): 49-55.
- Moncaleano A, Niño L. 1976. *Celenterados planctónicos de la bahía de Cartagena descripción, distribución y notas ecológicas*. (Trabajo de grado). Santa Marta: Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano; 236 pp.
- Morandini A, Ascher D, Stampar S, Ferreira J. 2005. Cubozoa e Scyphozoa (Cnidaria: Medusozoa) de águas costeiras do Brasil. *Iheringia, Série. Zoológica, Porto Alegre* 95 (3): 281-94.
- Morandini A, Soares M, Matthews-Cascon H, Marques A. 2006. A survey of the Scyphozoa and Cubozoa (Cnidaria, Medusozoa) from the Ceará coast (NE Brazil). *Biota Neotrop.* 6 (2): 1-8.
- Muscatine L, Marian R. 1982. Dissolved inorganic nitrogen flux in symbiotic and nonsymbiotic medusae. *Limnol Oceanogr.* 27 (5): 910-7.
- Ohta N, Sato M, Ushida K, Kokubo M, Baba T, Taniguchi K, et al. 2009. Jellyfish mucin may have potential disease-modifying effects on osteoarthritis. *BMC Biotechnology.* 9: 98.
- Pitt K, Kingsford M, Rissik D, Koop K. 2007. Jellyfish modify the response of planktonic assemblages to nutrient pulses. *Mar Ecol Prog Ser.* 351: 1-13.
- Puente-Tapia A, Medina-Sánchez A. 2010. Medusas, del miedo al deleite gastronómico. *Ciencias.* 98: 70-3.
- Purcell J, Sturdevant M. 2001. Prey selection and dietary overlap among zooplanktivorous jellyfish and juvenile fishes in Prince William Sound, Alaska. *Mar Ecol Prog Ser.* 210: 67-83.
- Purcell J, Hoover R, Schwarck N. 2009. Interannual variation of strobilation by the scyphozoan *Aurelia labiata* in relation to polyp density, temperature, salinity, and light conditions *in situ*. *Mar Ecol Prog Ser.* 375: 139-49.
- Rountree RA. 1983. *The ecology of Stomolophus meleagris, the cannon ball jellyfish, and its symbionts, with special emphasis on behavior*. Undergraduate Thesis. Wilmington: The University of North Carolina at Wilmington; 69 pp.
- Shanks A, Graham W. 1988. Chemical defense in a scyphomedusa. *Mar Ecol Prog Ser.* 45: 81-6.
- You K, Ma C, Gao H, Li F, Zhang M, Qiu Y, et al. 2007. Research on the jellyfish (*Rhopilema esculentum* Kishinouye) and associated aquaculture techniques in China: current status. *Aquacult Internat.* 15: 479-88.