



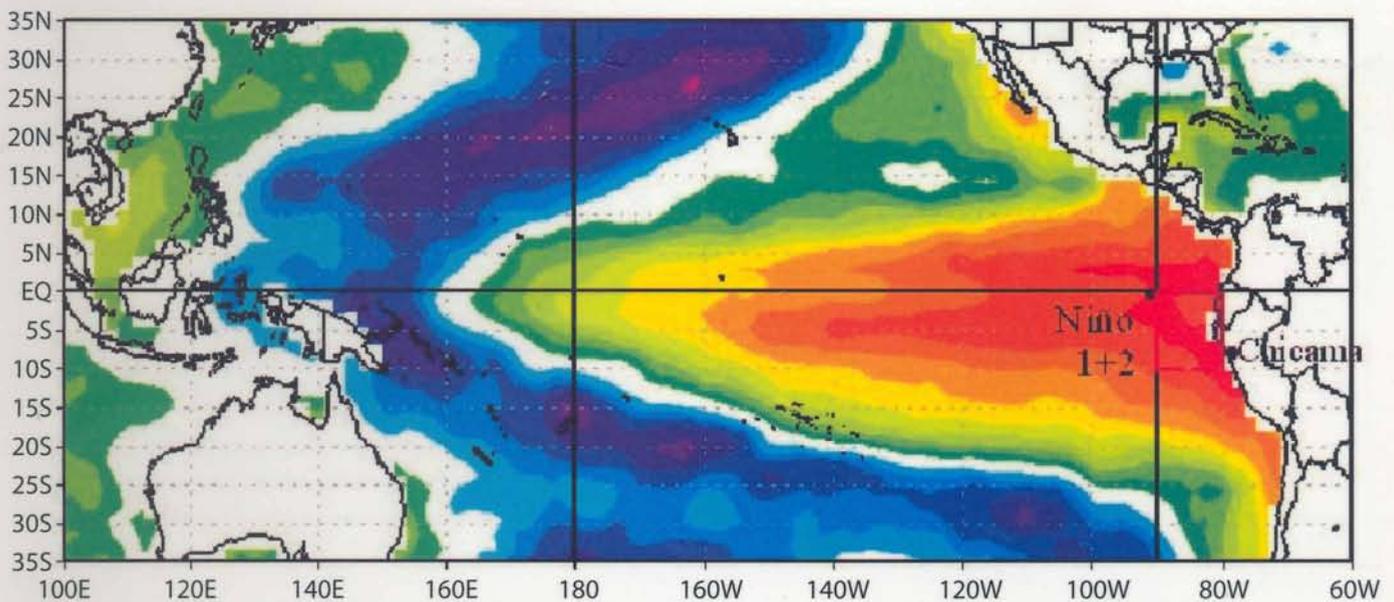
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378 - 7702

Volumen 35 Número 3

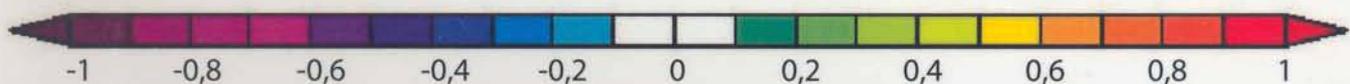
- **Modelo de circulación marina y descargas en la bahía del Callao**
 - **El evento La Niña en el área Niño 1+2**
 - **Recursos pesqueros de Tumbes**
 - **Malaguas en el mar de Pisco**
 - **Otolitos y crecimiento de anchoveta**



Jan to Dec: 1958 to 2005: Surface SST

Seasonal Correlation w/ Jan to Dec CHI25 al05_PARAnoaa_58al05.txt

NCEP/NCAR Reanalysis NOAA/ESRL Physical Sciences Division



CHRYSAORA PLOCAMIA LESSON, 1830 (CNIDARIA, SCYPHOZOA), FRENTE A PISCO, PERU

CHRYSAORA PLOCAMIA, LESSON 1830 (CNIDARIA, SCYPHOZOA) OFF PISCO, PERU

Javier Quiñones-Dávila¹

RESUMEN

QUIÑONES-DÁVILA J. 2009. *Chrysaora plocamia* Lesson, 1830 (Cnidaria, Scyphozoa) frente a Pisco, Perú. *Inf. Inst. Mar Perú*. 35(3): 221 - 230.- En los últimos 20 años se ha observado una generalizada proliferación de medusas, que llegan a formar "blooms" o poblaciones de alta densidad que podrían reemplazar organismos tradicionalmente dominantes en la cadena trófica. En el Pacífico sureste, la especie *Chrysaora plocamia* es la más frecuente; ha alcanzado alta densidad frente a las costas de Pisco, Perú (13°30'-14°30'S), por la influencia de factores ambientales y antropogénicos. La fase planctónica (medusa) se presenta durante el periodo primavera-verano-otoño y la fase bentónica o fija (pólipo) en invierno. En la bahía Independencia alcanzó una densidad promedio de 290 medusas juveniles/1000 m³, cuyos máximos se hallaron en áreas cercanas a la playa. Se halló una correlación significativa entre los índices de avistamiento y el incremento gradual de la TSM promedio de los años 2004 - 2007.

PALABRAS CLAVE: Cnidaria, Scyphozoa, *Chrysaora plocamia*, medusa, mar peruano.

ABSTRACT

QUIÑONES-DÁVILA J. 2009. *Chrysaora plocamia* Lesson, 1830 (Cnidaria, Scyphozoa) off Pisco, Perú. *Inf. Inst. Mar Perú*. 35(3): 221 - 230.- In the last 20 years, a global trend in jellyfish increasing biomass has been observed, whose dense aggregations, or blooms, could replace traditional dominant species in the food chain. In the Southwest Pacific *Chrysaora plocamia* is a dominant species, whose life cycle is influenced by the climate changes and human activities; its pelagic phase (medusa) exists during the period spring-summer-autumn; and the benthic phase (polyp) in winter. In the Pisco area (14°S), off Independencia bay shore, the species reached high average juvenile densities (290 medusae/1000 m³), whose highest concentrations were found close to the shoreline areas. A significant correlation was obtained between the sighting index and the average SST progressive increase for the 2004 - 2007 periods.

Keywords: Cnidaria, Scyphozoa, *Chrysaora plocamia*, jellyfish, Peruvian sea.

INTRODUCCIÓN

La proliferación de medusas o "malaguas", se ha intensificado desde las dos últimas décadas en diversos ecosistemas. En opinión de PAULY et al. (1998, 2002) en un futuro, las medusas serán los organismos dominantes en áreas marinas con fuerte presión pesquera.

Estos "blooms" cada vez son más frecuentes e intensos, como el caso de *Chrysaora melanaster* en el Mar de Bering, en el Pacífico extremo norte (BRODEUR et al. 1999, 2002); *Chrysaora fuscescens* en el norte de la corriente de California, Oregon (SUCHMAN et al. 2005), *Nemopilema nomurai* en el mar Amarillo y mar de Japón

(KAWAHARA et al. 2006), *Chrysaora hysoscella* y *Aequorea forskalea* en la corriente de Benguela, Namibia, Sudáfrica (SPARKS et al. 2001); *Pelagia noctiluca* en el Mediterráneo (MILLS 2001). También hay mención de Ctenóforos, como *Mnemiopsis leydii* en el mar Negro (MILLS 2001), y en el mar Caspio (DASKALOV y MAMEDOV 2007). En algunos casos ha ocurrido que estos grandes "blooms" han desplazado o disminuido las pesquerías de peces comerciales (MILLS 2001, KAWAHARA 2006, BRODEUR 2002), como el caso del arenque, *Clupea harengus*, en el mar del norte (LYNAM et al. 2005), la anchoveta kilka, *Clupeonella engrauliformis*, en el Mar Caspio (DASKALOV y MAMEDOV 2007).

Cabe resaltar el caso del norte de la corriente de Benguela, donde la biomasa de medusas (*Chrysaora hysoscella* y *Aequorea forskalea*) han casi cuadruplicado las biomásas de peces comerciales (*Engraulis encrasicolus* y *Sardinops sagax*) en el área (LYNAM et al. 2006). Según PURCELL (2005), este efecto podría relacionarse con cambios en la química oceánica observada a nivel global, o por factores antropogénicos como contaminación y sobrepesca, lo que incentivaría la proliferación de pólipos en sustratos "no naturales" (HOLST & JARMS 2007). Es todavía muy poco lo que se ha estudiado en el Pacífico sureste. Por eso es primordial comprender la influencia de estas medusas

¹ Sede IMARPE Pisco.



Figura 1.- Ejemplar de una medusa de *Chrysaora plocamia* observado en la zona de Tunga. Bahía Independencia, mayo 2007.

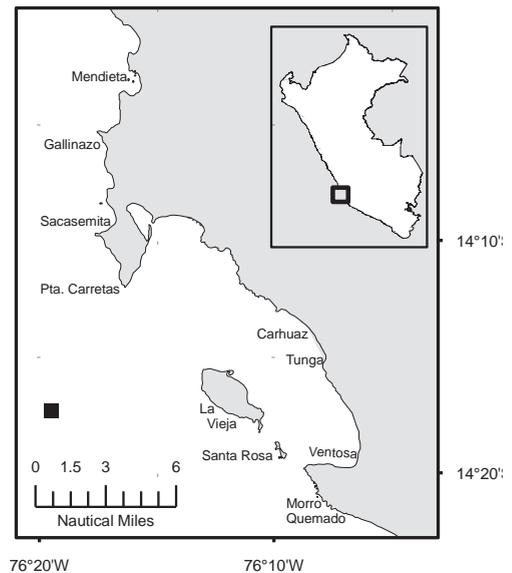


Figura 2.- Mapa de Bahía Independencia, donde se realizó gran parte del estudio de medusas.

como predadores del ictioplancton (PURCELL et al. 1994) o compitiendo por el zooplancton como fuente de energía (PURCELL 1997).

El presente estudio sobre *Chrysaora plocamia* (Figura 1) en el mar frente a Pisco, está dirigido a determinar su abundancia y distribución, la influencia de los parámetros oceanográficos; y analizar parámetros biológicos (tallas, longitud-peso, estacionalidad, distribución vertical). Para determinar su abundancia, se ha utilizado una serie de métodos aplicados a otras grandes medusas, en diversas áreas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio.- Comprende parte de la zona centro sur del mar peruano (13°44' a 14°19'S), frente a la provincia de Pisco, pero con mayor intensidad dentro de la bahía Independencia, entre 14°08'–14°19'S (Figura 2), así como las zonas costeras al norte de la bahía de Paracas y el área Lagunillas - Laguna Grande. Cabe resaltar la importancia de la pesquería de los invertebrados “concha de abanico” y “concha navaja” y de los peces anchoveta, pejerrey, cabinza.

Captura de las medusas.- Se utilizaron hasta seis métodos para

la obtención de medusas: (1) con redes de arrastre pelágico del BIC SNP2; (2) con redes de cerco de la flota artesanal de Pisco; (3) con redes colectoras o “chinguillos”; (4) con baldes cuando estaban en superficie; (5) por buzos con bolsas colectoras, (6) ejemplares varados en playa. La diversidad de métodos de colección empleados se debe a que cada método es específico para determinado tipo de actividad, por ejemplo las redes comerciales (arrastre y cerco) se usan para determinar abundancia relativa por volumen filtrado, las redes colectoras o chinguillos y baldes en superficie para examinar contenidos estomacales, y los varados en playa se usan como un indicador indirecto de su abundancia.

Métodos para evaluar la abundancia.- Se ensayaron dos métodos: (1) el primero, basado en capturas y estimaciones de densidad y biomasa, para lo cual se usaron las capturas incidentales en redes arrastreras y de cerco, usándose solo las calas positivas con medusas; la hora fue indistinta, el muestreo es aleatorio y las unidades fueron N° de medusas/1000 m³ de agua de mar filtrada para la densidad y kg medusa/1000 m³ para la biomasa, este

muestreo se realizó entre diciembre 2006 a noviembre 2007; (2) el segundo, basado en los índices de avistamiento, definido como la presencia superficial de medusas en estaciones fijas dividida entre el número total de estaciones fijas en un área geográfica determinada, por ejemplo si en la zona de Tunga hubo 20 estaciones fijas, y en 15 de ellas se avistaron medusas, el índice sería: 0,75. Esta técnica se realizó en cada oportunidad, durante las evaluaciones de concha de abanico en Bahía Independencia entre el 2004 al 2007, este método nos permite observar las fluctuaciones estacionales de medusas, ya que las evaluaciones de concha de abanico se realizaron en diversos meses del año.

Abundancia relativa por volumen filtrado.- En verano y primavera 2007 se registró la abundancia relativa (densidad y biomasa) de la medusa o fase pelágica de *C. plocamia* (en invierno predomina el pólipo o fase bentónica). Se utilizaron capturas de la flota anchovetera artesanal bolichera, con malla de 13 mm y dimensiones de red de 324 m de largo y 30 m de altura en promedio. Se registró el número de ejemplares y biovolúmenes por medida de agua filtrada, estandarizándose a 1000 m³ (PURCELL et

al. 2000), esta es la unidad que se usa en diversas publicaciones sobre abundancia relativa de medusas de grandes dimensiones. Para determinar la biomasa de calculan los biovolúmenes o los kilogramos de medusa capturada por volumen de agua de mar filtrada.

Utilizando una red de arrastre pelágico del BIC SNP2 que presenta un copo con paño anchovetero, en este aparejo se registraron capturas de *C. plocamia* en lances aleatorios. Para el cálculo del agua filtrada en redes de arrastre se utilizó el área de la boca de la red, y se calculó el volumen de agua filtrada entre el tiempo inicial y final efectivo de arrastre.

Este método se fortalece por el hecho de que el tamaño de malla (13 mm) permite capturar individuos de un amplio rango de longitudes; las calas son realizadas a nivel superficial, siempre dentro del rango vertical de distribución de la especie porque la especie objetivo fue *Engraulis ringens*, que presenta mayor distribución en la columna de agua.

Las fórmulas empleadas para la determinar la abundancia relativa fueron:

- Para red de arrastre:

$$\text{Área boca red} = ((\pi/4) \text{ alto red prom.}) * \text{Ancho red prom.}$$

$$V. \text{ filtrado} = \text{Área boca red} * \text{Distancia Recorrida}$$

La red operó dentro de los límites superior e inferior del enjambre y/o cardumen, acorde a los registros acústicos (Ecosonda SIMRAD EK500); las distancias iniciales y finales se determinaron con un GPS.

- Para la red de Cerco o boliche:
 Se tomaron datos de largo y altura de la red de cerco (N= 42 bolichitos artesanales), se calculó el radio de la circunferencia y posteriormente el área del cilindro de la red bolichera (PURCELL et al. 2003)

$$\text{Radio} = \text{perímetro del boliche} / 2\pi$$

$$V. \text{ filtrado Red Bolichera} = \pi * r^2 * \text{alto del boliche}$$

Tabla 1.- Distribución vertical de adultos (n=176) y juveniles (n=42) de *C. plocamia* en Bahía independencia. 2004-2007

Posición en la columna de agua	Adultos (%)	Juveniles (%)
Sólo superficie	37,50	0,00
Superficie y columna de agua	2,84	2,38
Superficie y fondo	2,27	0,00
Toda la columna de agua	9,09	0,00
A media agua	37,50	47,62
Columna de agua y fondo	2,84	33,33
Sólo fondo	7,95	16,67

La abundancia relativa se expresó en: Densidades: N°medusas/1000 m³; Biomasa o Biovolúmenes: mL de medusas/1000 m³ (PURCELL et al. 2003).

Identificación taxonómica.- Se utilizaron tres trabajos: 1) La clave de COLLINS & GERSHWIN (2002) para Scyphozomedusas de la familia Pelagiidae; esta clave se corrió primero en el laboratorio y después in situ. 2) "Guía de medusas del Pacífico este" de SEGURA-PUERTAS (1969), y 3) "Guía de identificación de Invertebrados gelatinosos de la costa del Pacífico" de WROBEL & MILLS (1998). Se registró el número de tentáculos que presentaban en la campana, el número de órganos sensoriales o rhopalia, el número de bordes festoneados o "lappets" alrededor de la campana, así como la característica del diseño a manera de estrella en la parte superior de la campana, todas estas estructuras nos sirven para identificar la especie de medusa en cuestión, ej: *Chrysaora plocamia* presenta 24 tentáculos agrupados en 8 grupos de a 3, presenta 8 rhopalias y un diagrama a manera de una estrella de 16 puntas en la parte superior de la campana.

Biometría y relación longitud-peso.- Para medir los ejemplares se utilizó una cinta métrica; las mediciones fueron al milímetro inferior del diámetro de la umbela de la medusa extendida sobre una superficie plana (desde un margen externo del "lappet" hasta el margen opuesto); el peso húmedo de cada individuo medido fue registrado en una balanza digital, se estableció la relación longitud peso y se obtuvo los parámetros "a" y el "b" de la relación potencial, valores que pos-

teriormente fueron usados para el cálculo de las densidades.

Método de abundancias en proa, o método de Sparks.- En mayo 2007 se realizaron las observaciones en superficie de *C. plocamia* usando la metodología de SPARKS et al. (2001) que consiste en el conteo de las medusas desde la proa, en un área de 10 m tanto a estribor como a babor a una velocidad aproximada de 3 nudos/h, durante los primeros 10 minutos de cada hora, entre las 7:00 y 18:00 h. Se utilizó el bote Don Manuel, de 24 pies, propiedad del IMARPE. Se realizó el conteo tanto al este de la Bahía Independencia (Carhuaz-Tunga y El Queso-Ventosa) como al oeste (Santa Rosa, Pan de Azúcar – Punta Callao y la Pampa).

Abundancia y distribución vertical.- En noviembre 2007 se puso en práctica el método de buceo con compresora para la determinación de abundancia y distribución vertical de medusas. Para ello se realizó el conteo, de manera circular, del número de medusas desde el fondo hasta la superficie (SAMOILYS & CARLOS 2000). Se utilizó el rango visual promedio de 1,5 m y el área de observación fue cilíndrica. La abundancia se expresó en número de medusas por cada 1000 m³, así como también en biovolúmenes (mL de medusa/1000 m³). Finalmente, se registró el rango de profundidad y posición dentro de la columna de agua donde se encontraron las medusas; se consideraron siete estratos y la profundidad donde se registró la mayor concentración (Tabla 1).

Tabla 2.- Promedios de diámetro de campana, densidad y biovolumen de grandes Siphomedusas en Alaska, Oregon (USA) y Perú .

	<i>Aurelia labiata</i> <i>Aurelia labiata</i>	<i>Cyanea</i> <i>capitata</i>	<i>Aequorea</i> <i>aequorea</i>	<i>Chrysaora</i> <i>fuscescens</i>	<i>Phacellophora</i>	<i>Chrysaora plocamia</i>		
						Feb.	Nov.	Mar.
Longitud (mm)	106	130	73	170	280	450	327	357
Densidad								
Nº medusas/1000 m ³								
Alaska 98 ¹	1,4	0,7	9,3	-	-	-	-	-
Alaska 99 ¹	0,4	2,9	7,7	-	-	-	-	-
USA 06/00 ²	1,0	-	3,0	8,3	0,004	-	-	-
USA 08/00 ²	1,7	-	11,7	76,8	0,023	-	-	-
USA 06/02 ²	0,3	-	5,3	2,3	0,014	-	-	-
USA 08/02 ²	10,3	-	1,9	20,1	2,4	-	-	-
Perú 2007 ³	-	-	-	-	-	0,5	0,9	5,2
Biovolumen								
mL medusas/1000 m ³								
Alaska 98 ¹	257	136	102	-	-	-	-	-
Alaska 99 ¹	2	76	6,4	-	-	-	-	-
USA 06/00 ²	-	-	-	1469,1	-	-	-	-
USA 08/00 ²	-	-	-	13593,6	-	-	-	-
USA 06/02 ²	-	-	-	407,1	-	-	-	-
USA 08/02 ²	-	-	-	3557,7	-	-	-	-
Perú 2007 ³	-	-	-	-	-	1800,2	963,9	8821,3

1.Purcell 2003 2. Suchman 2005; 3. Quiñones 2008

Cálculo de índices de avistamiento.- Se utilizaron los datos de avistamientos de *C. plocamia* en las 280 estaciones de las evaluaciones de concha de abanico (2004 a 2007), que tuvieron una posición fija y las observaciones fueron periódicas desde un bote al garette o por buzos dentro de la columna de agua. No se tomaron en cuenta

las observaciones aisladas fuera de las estaciones. El número de estaciones donde se observó la presencia de medusas, fue dividido entre el número total de estaciones por área geográfica de muestreo en las evaluaciones, obteniéndose un índice de avistamiento, el cual se puede comparar con las demás áreas geográficas comprendidas

dentro de la evaluación de concha de abanico en la bahía Independencia. Posteriormente estos índices se correlacionaron con los promedios mensuales de TSM de los registros diarios de la institución PROABONOS para los mismos años y la misma área geográfica, con el objetivo de determinar si existe alguna estacionalidad en la ocurrencia de estas medusas dentro de la bahía Independencia.

Componente oceanográfica.- Las condiciones hidroquímicas se registraron en los mismos lugares donde se llevaron a cabo las evaluaciones de concha de abanico (febrero 2004, mayo 2005, marzo 2006, abril 2007, mayo-junio 2007 y noviembre 2007). Las tomas oceanográficas se realizaron de acuerdo a las técnicas de muestreo y de registro establecidas por el IMARPE, en superficie y en fondo. Adicionalmente se usaron los promedios mensuales de temperatura registrados por PROABONOS en la estación de la isla La Vieja (Bahía Independencia).

RESULTADOS

DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑOS

En la Figura 3 se grafican los resultados de las 367 mediciones del diámetro de la campana o umbela

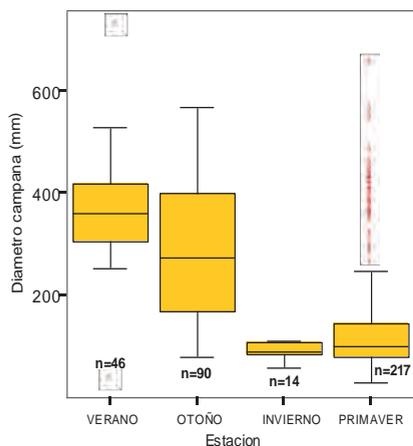


Figura 3.- Diámetro de campana (cm) de la medusa de *Chrysaora plocamia*, durante las estaciones del año, en el periodo diciembre 2006 – noviembre 2007. Bahía Independencia, Pisco

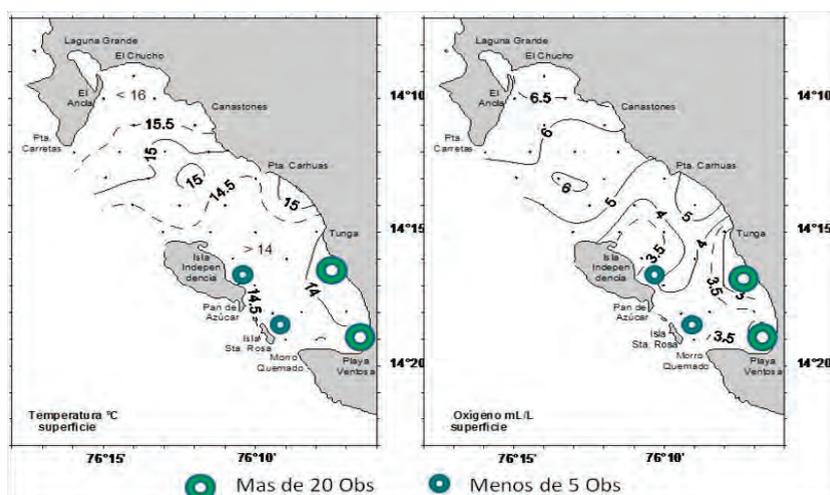


Figura 4.- Abundancia de *C. plocamia* según el método de Sparks et al. 2001 en relación con temperatura y oxígeno superficial en Bahía Independencia en Mayo 2007, se indica el número de Observaciones (Obs).

de los estadios de medusa de *C. plocamia* en el periodo diciembre 2006 a noviembre 2007. El rango fue 29 a 730 mm. Las medusas constituyen la fase sexual, pelágica. Las modas registradas fueron: en verano 340 mm, en otoño 320 mm, en invierno 90 mm, primavera 77 mm. Se hallaron diferencias significativas entre las medidas de verano, otoño e invierno pero no entre las de invierno y primavera.

En invierno los registros fueron mínimos (n = 14), durante setiembre y octubre no se registró ninguna medusa; probablemente en este periodo se hallen en la fase fija, asexual, bentónica o de pólipo, que se reproduce por fisión transversal, originando las ephyras que tienen la forma de micro platos y desarrollan para convertirse en medusas. En noviembre volvió a incrementarse la talla media, por el ingreso de una nueva cohorte, producto de la estrobilación o reproducción asexual. La estrobilación es una forma de reproducción asexual típica de los Cnidarios que consiste en la liberación de los discos apicales de la estrobila (pólipo metamorfoseado), a manera de micro medusas (ephyras) que generalmente se da con el incremento de la temperatura.

RELACIÓN LONGITUD - PESO

Se midieron y pesaron 299 medusas de *C. plocamia* procedentes de Paramonga, bahía Paracas, bahía Independencia y San Andrés. La relación potencial $b = 2,985$, fue semejante al promedio 3,0 obtenido para otras *Chrysaora* sp. (WEISSE & GOMOIU 2000, BEUCHER et al. 2001). El coeficiente de correlación (r^2) fue 0,985. Esta relación longitud-peso, permite determinar si existen diferencias en el tiempo y para calcular los biovolúmenes en los diversos métodos de determinación de abundancias.

ABUNDANCIA RELATIVA DE MEDUSAS

Método de observación en proa (Sparks 2001).- En mayo 2007 la abundancia relativa fue mayor en zonas cercanas a la orilla de la bahía Independencia (26 observaciones en Tunga y 30 en Playa Ventosa) que en zonas al oeste (3 observaciones en Santa Rosa y una en Pan de Azúcar - Punta Callao) durante el mismo periodo de evaluación (Figura 4).

Método de abundancia relativa por volumen filtrado.- Los datos presentados (medusas/1000 m³) corresponden al año 2007. En

verano (febrero) el promedio en Lagunillas fue de 0,53 y en primavera (noviembre) fue 0,86 en San Andrés. Estas capturas estuvieron asociadas a estudio de peces, principalmente anchoveta (80 - 95% del total). Es importante recalcar que en marzo, a 2 mn de Paramonga se capturaron 2000 kg, 95% fue *C. plocamia* con una densidad de 5 ejemplares/ 1000 m³.

Estos resultados son expresados en biovolúmenes (mL medusas /1000 m³). En la Tabla 2, se anota la abundancia relativa de esta especie comparada con otras, utilizando la misma metodología (PURCELL et al. 2003) en otros ecosistemas.

Comparando la abundancia relativa obtenida de *C. plocamia* en Pisco, con otras especies de medusas utilizando esta misma metodología, se observa que las densidades (N° medusas/1000 m³) de otras medusas (*Aequorea aequorea*, *Aurelia labiata* y *Chrysaora fuscescens*) son mucho mayores. Sin embargo, para el mismo set de datos, la abundancia en biovolumen (mL de medusas/1000 m (PURCELL 2003) fueron notoriamente incrementadas para *C. plocamia* respecto al resto de medusas (Tabla 2).

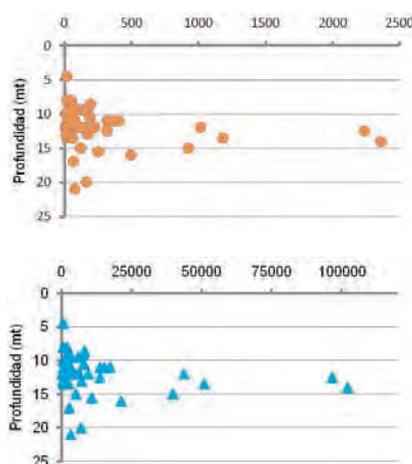


Figura 5.- Medusa de *Chrysaora plocamia* en la zona Tunga - Carhuaz. Bahía Independencia. Noviembre 2007. Arriba: densidad (número medusas/1000 m³); abajo biovolúmenes (mL medusas/1000 m³).

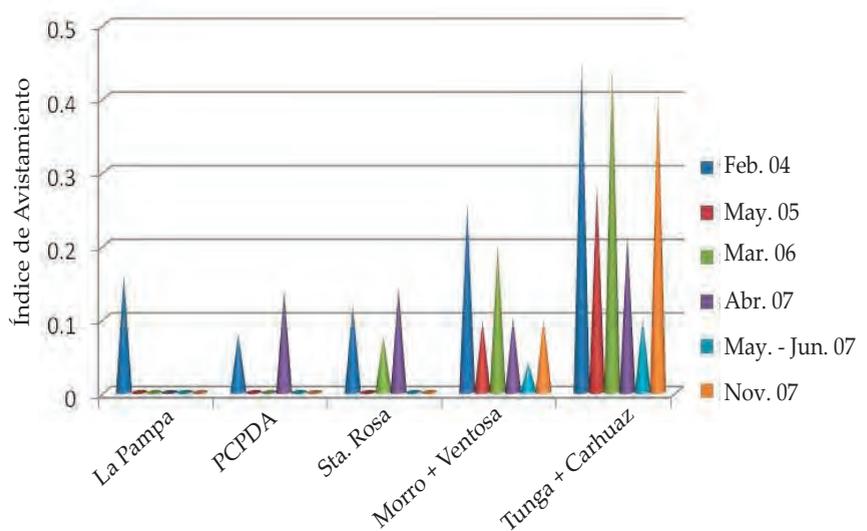


Figura 6.- Avistamientos de medusas de *C. plocamia*, durante las evaluaciones de concha de abanico en Bahía Independencia: periodo 2004 - 2007.

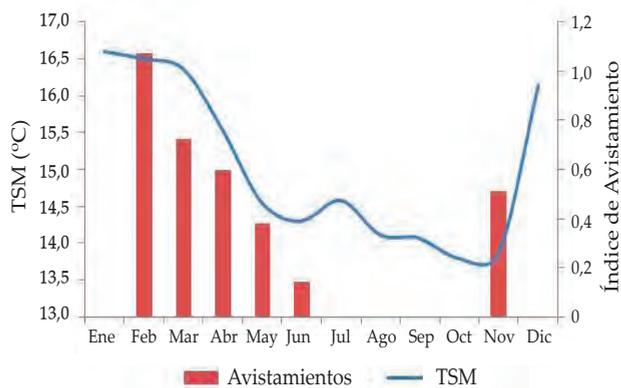


Figura 7.- Índices de avistamiento de medusas de *C. plocamia* con relación a la TSM promedio para el periodo 2004 – 2007. Bahía Independencia, Pisco.

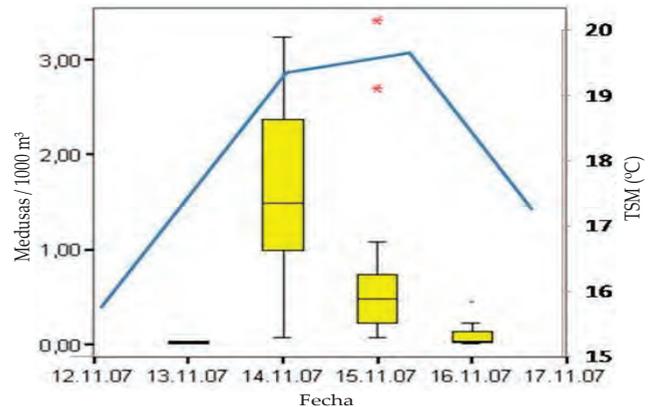


Figura 8.- Abundancia de medusas de *C. plocamia* con relación a la TSM en un "bloom" producido en San Andrés, Pisco. Noviembre 2007.

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL POR MÉTODO DE BUCEO

Las medusas adultas de *C. plocamia* se distribuyeron principalmente entre la superficie y a media agua (75% de los casos, n=176), y los juveniles entre el fondo y media agua (96% de los casos, n=42). Estas observaciones se realizaron en ocasión de las siete evaluaciones de concha de abanico en la bahía Independencia efectuadas durante los años 2004 y 2007 (Tabla 1).

La densidad y el biovolumen se registraron de manera experimental mediante el conteo de ejemplares, en noviembre del 2007. Los rangos de densidad variaron de 2 a 2357 medusas/1000 m³, con promedio 290 medusas/1000 m³. Los rangos de biovolúmenes variaron entre 255 y 102.094 con promedio 12.588 mL de medusa/1000 m³ (Figura 5). Las profundidades en las cuales se registraron las mayores densidades estuvieron entre los 9 y 16 m de la columna de agua. Es importante recalcar que en los ejemplares juveniles no se observaron nunca a nivel superficial, a diferencia de los adultos, por lo cual asumimos que las migraciones nictimerales son mayores en ejemplares adultos que en los juveniles, los que posiblemente presenten un rango de desplazamiento vertical más corto que en adultos.

Es importante considerar que durante esta evaluación los

ejemplares fueron netamente juveniles (diámetros de campana de 29 - 187 mm, moda 75 mm, n=165) lo que evidencia las densas agregaciones de estos Cnidarios debido a su tamaño pequeño (peso promedio por ejemplar = 43,3 g).

ÍNDICES DE AVISTAMIENTO

Se calcularon usando los datos de campo registrados durante las evaluaciones de concha de abanico 2004 – 2007 en la bahía Independencia. Los avistamientos fueron mucho mayores en el este de la bahía (valores promedio para Tunga-Carhuaz, 0,316; Morro – Ventosa, 0,132 medusas/1000 m³) que al oeste de la bahía (valores promedio para La Pampa 0,026; Pan de Azúcar-Punta Callao 0,036 y Santa Rosa 0,056 medusas/1000 m³). Hay que considerar que las evaluaciones de Concha de Abanico se realizaron en distintos meses, pero la tendencia se mantiene incluso con esta disyuntiva.

Estos índices de avistamiento se correlacionaron con la TSM (datos diarios) promedios mensuales para el mismo periodo, proporcionada por PROABONOS para la zona sur de la bahía. Se obtuvo una correlación significativa (PEARSON, r=0,827, p<0,05, n=6) (Figura 6). Se puede apreciar que durante julio a octubre no se realizó ningún avistamiento, y a medida que se incrementó la TSM por el cambio

estacional, a inicios de noviembre comenzaron a observarse densas agregaciones de juveniles, posiblemente debido a un fenómeno de estrobilación que tendría lugar en la parte este de la bahía Independencia (Figura 7).

PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS

Cuando la TSM llegó a menos de 14 °C alrededor de julio – agosto las medusas de *C. plocamia* desaparecieron completamente. En las zonas este y sureste (Carhuaz – Tunga – Queso - Playa Ventosa) de la bahía donde se localizó la mayor abundancia, se registraron las temperaturas más frías respecto a la zona norte.

En Tunga (lugar de mayor abundancia) el oxígeno disuelto en superficie, fue <3 mL.L⁻¹, y en fondo <1 mL.L⁻¹, justo donde hubo mayor abundancia de juveniles en noviembre 2007, lo cual concuerda con GRAHAM et al. (2001) quienes estipulan que las medusas son menos susceptibles a valores de hipoxia que otras especies. Coincidentemente, la corriente fue casi nula a esta profundidad con valores de 1,1 cm.seg⁻¹ (promedio de las estaciones 27-30, correspondientes a Tunga). En superficie, en la misma zona, la corriente tuvo valores promedio de 12 cm/seg, lo que explicaría la ausencia de estos celentéreos a nivel superficial, ya que son

fuertemente influenciados por las corrientes debido a su débil actividad natatoria (MATANOSKI 2004). Debido a que nuestras observaciones se realizaron durante el día no se tienen registros de la típica migración vertical hacia la superficie en las medusas al acercarse la noche, lo cual sí se evidenció para la medusa coronata *Periphylla periphylla* en Noruega (BAMSTEDT et al. 2003).

La ocurrencia de un "bloom" de *C. plocamia* adulta frente a San Andrés, rango 70–653 mm de diámetro de la campana, moda 350 mm, n=49), del 13 al 16 noviembre 2007, fue relacionada con la TSM diaria proveniente del monitoreo ambiental. Se encontró una fuerte correlación (Pearson, $r=0,821$, $p>0,05$, $n=4$) pero no llegó a ser significativa. El incremento de temperatura de 15,75 a 19,35 °C en un día estuvo relacionado al incremento geométrico de la densidad de *C. plocamia* de 0,02 a 1,61 n°medusas/1000 m³ en el mismo lapso de tiempo (Figura 8).

Según MENDO et al. (1989) el patrón de circulación superficial en la bahía Independencia, en la zona comprendida entre Punta Carhuaz y Tunga, produce un remolino, lo que incidiría en la retención de estos organismos en el área, y posiblemente originaria las altas concentraciones de medusas.

Con respecto a la salinidad, existe una tendencia a presentar mayores valores al norte de la bahía Independencia, la cual no varía estacionalmente. En la zona de mayor concentración de *C. plocamia* en mayo 2007, la salinidad varió entre 35 y 35,01 ups; y en noviembre entre 34,94 y 34,96 ups. Se sabe que existe una estrecha relación entre el yoduro y la salinidad, lo cual tiene incidencia en el proceso de estrobilación por medio del cual se producen nuevas ephyras, para dar origen a una nueva cohorte.

DISCUSIÓN

Tamaño.- Las longitudes de *C. plocamia*, (diámetro de campana) muestra diferencias estacionales significativas. Son mayores en el verano; y las menores a mediados de primavera, cuyo tamaño se incrementa conforme llega el verano. Estos organismos presentan un rápido crecimiento, y no existe una estrecha relación entre el diámetro de la campana y una edad determinada. GROVE & BREITBURG (2005) determinaron que para *Chrysaora quinquecirrha* existe un significativo efecto de la concentración del mesozooplankton con el promedio de crecimiento, tendiendo a presentar mayores diámetros de la umbrella o campana en áreas con mayores concentraciones de zooplankton, debido a la disponibilidad del alimento.

Desarrollo.- En los Scyphozos, el nombre "medusa" se refiere a la fase planctónica, que se encuentra durante primavera y verano; por reproducción sexual da origen a la fase fija, bentónica o de "pólipo" en el invierno; al iniciarse la primavera asexualmente, o por estrobilación, produce las ephyras que se transformarán en medusas, y se repite el ciclo. Generalmente, las especies de climas templados y presentan las fases de pólipo o de quiste durante el invierno; al iniciarse la primavera se desenquistan y forman pólipos que producen ephyras durante la primavera. Este proceso se interrumpe a fines de la estación estival cuando la TSM empieza a disminuir (CARGO & SHULTZ 1966, LOTAN et al. 1994, PURCELL et al. 1999, PURCELL 2005). En el curso de nuestra investigación, parecería que al comienzo del invierno, se habría producido otra estrobilación, aunque en escala mucho menor, ya que hemos encontrado medusas juveniles en esta época.

Densidad.- La alta densidad de juveniles en la zona de Tunga, en la bahía Independencia, podría deberse a una sinergia de factores ecológicos como mayor disponibi-

lidad de alimentos, condiciones de retención de aguas recirculantes en zonas semiprotegidas como bahías, y baja circulación en el fondo de la columna de agua (Figura 5). Deben sumarse los factores ecológicos antropogénicos, como la contaminación y construcción de estructuras que favorecen el asentamiento de los pólipos de las medusas (MIYAKE et al. 2002).

Relación longitud-peso.- Diversos factores pueden alterar la relación longitud-peso de una especie como la estacionalidad, zona geográfica y disposición de alimento (NOGUEIRA & HADDAD 2006) Por esta razón la presente investigación se realizó en diversos meses del año y en diversas zonas geográficas para tener un resultado más certero. El valor de r^2 fue de 0,985, $n=299$, lo cual sugiere que los valores son uniformes. Estos datos son fundamentales para futuras evaluaciones poblacionales de biomasa de esta especie.

Las relaciones de tamaño y peso son importantes para estudio poblacional, estimación de stocks, determinación de índices de abundancia acústicos, factor de condición y comparaciones inter e intra poblacionales (SOKAL & ROHLF 1995, HAIMOVICI & VELAZCO 2000).

Influencia de la temperatura superficial del mar.- La TSM parece ser el factor físico más importante que afecta el ciclo de vida en las Schyphomedusas de ecosistemas templados. La TSM y la salinidad en conjunto afectan significativamente el número de pólipos producidos, pero solo la TSM afecta el número de ephyras producidas (PURCELL 2005). En nuestro caso esta tendencia se mantiene para *C. plocamia*.

Influencia del oxígeno disuelto.- Existe una relación inversa entre las mayores concentraciones de *C. plocamia* y los bajos valores de O₂, inclusive llegando a hipoxia al nivel del fondo en Tunga. Durante las dos últimas evaluaciones de concha de abanico (mayo y

noviembre 2007) se registraron los valores más bajos de O_2 en la zona de Tunga y Playa Ventosa, en la bahía Independencia, que coincidió con las mayores concentraciones de este Cnidario, cuya abundancia se estimó de acuerdo a los tres métodos: (1) de SPARKS et al. 2001, por el método (2) conteo por buceo (SAMOILYS & CARLOS 2000); (3) índice de avistamientos. En el fondo los valores de oxígeno fueron siempre <2 mL/L, llegando hasta 0,5 mL/L

Esto coincide con lo observado por GRAHAM (2001) quien en el fondo del banco de Louisiana, al norte del Golfo de México, en un periodo de 11 a 13 años, encontró una sobreposición de valores de oxígeno disuelto menores a 2 mL/L, y la distribución de *Chrysaora quinquecirrha*. Además, las estaciones en que persistieron valores de hipoxia, siempre se relacionaron con abundancia de *Ch. quinquecirrha*, a diferencia de estaciones con valores más altos de O_2 en los cuales no se registró esta Scyphomedusa.

Las áreas semi protegidas como bahías y masas de aguas interiores son siempre más sensibles a procesos de eutrofización y sobrepesca (CADDY 1993) como lo sucedido en el Mar Negro donde se produjo un "bloom" del Ctenoforo zooplanctívoro, *Mnemiopsis leydii*, que colapsó las pesquerías locales (KIDEYS 2002, SHIGANOVA 1998). Este efecto no ocurriría en la Bahía Independencia ya que presenta un patrón de circulación de corrientes, por el ingreso de aguas en la bocana sur (Canal Serrate) y Canal La Trujillana (MENDO et al. 1989). Sin embargo en mayo y noviembre del 2007, en las evaluaciones de concha de abanico a nivel de fondo en la Zona de Tunga, la velocidad de corrientes fue mínima, lo que habría

influenciado en la proliferación de medusas a ese nivel.

Abundancia relativa y distribución vertical.- La abundancia relativa de adultos de *C. plocamia* por volumen filtrado, registrada en el presente trabajo, tuvo menor densidad (N° medusas/1000 m^3) que otras especies similares en diversos ecosistemas. Pero si estos mismos valores se calculan en bio-volumenes (mL medusas/1000 m^3) (PURCELL 2003) se produce un gran incremento, debido a que *C. plocamia* presenta tallas promedio más grandes que en especies similares en otros ecosistemas. Al mismo tiempo existe una relación directa entre el tamaño de la "campana" y la tasa de digestión y depredación, siendo estas tasas mayores cuando más grande es el organismo (HANSSON & KIØRBOE 2006) lo cual podría influenciar negativamente en la comunidad de zoo e ictioplancton en la bahía Independencia.

En la zona de Tunga se registró un promedio de 290 medusas juveniles/1000 m^3 por el método del buceo. Estos individuos se distribuyeron verticalmente a media agua y al fondo, contrariamente a los adultos que se distribuyeron más cerca de la superficie. Esto debido probablemente a la fuerte corriente a nivel superficial y a que no se evaluó esta migración vertical al amanecer o anochecer. Los Cnidarios presentan una típica migración nictimeral al igual que el zooplancton pero a menor escala (BAMSTEDT et al. 2003).

Sin embargo, una serie de factores influyen en la distribución vertical de los organismos pelágicos, como la estructura térmica y hialina de la columna de agua (GALLAGER et al. 2004) y la distribución de alimento (SAMEOTO 1976, HAMNER et al. 1987). La distribución vertical de un organismo pelágico está raramente

fijada, y muchas especies pueden variar su posición estacionalmente (GOY 1987) o incluso diariamente (RUSSEL 1925).

Distribución estacional durante el año.- Respecto a la persistencia de diversas especies de *Chrysaora* durante todo el año, en diversos ecosistemas existe una tendencia global hacia la distribución durante todo el año en especies tropicales y a una marcada estacionalidad en especies de climas templados, pero con la mayor abundancia durante el verano, por ejemplo en los ejemplares de ecosistemas templados, como *Chrysaora quinquecirrha* sólo se observan desde la primavera hasta finales del verano en la costa Este de Estados Unidos y Golfo de México y siempre cerca de la costa (PURCELL 2005, GRAHAM 2001). En nuestro caso se presenta estacionalidad, pero no tan marcada, ya que los individuos adultos pueden llegar a observarse hasta los meses de julio-agosto, pero la fase adulta podría incrementarse ante la eventualidad de procesos calidos tipo Fenómeno El Niño ya que la producción de ephyras se prolongaría.

Por eso es trascendental monitorear la abundancia de estos Cnidarios, por diversos métodos como son: los acústicos (BRIERLEY et al. 2001, 2005), métodos de video (GRAHAM 2003), combinaciones de métodos acústicos y de video (BAMSTEDT et al. 2003), métodos de volumen filtrado de la pesquería (PURCELL 2003) y por medio de varazones (HOUGHTON et al. 2007), y sus interrelaciones con los cambios medio ambientales y antropogénicos. Estos seguimientos nos podrían proporcionar valiosa información sobre la dinámica de *C. plocamia* en nuestro mar y sus posibles implicancias ecológicas y económicas en nuestro ecosistema marino.

REFERENCIAS

- BAMSTEDT U, KAARTVEDT S, YOUNGDBLUTH, M. 2003. An evaluation of acoustic and video methods to estimate the abundance and vertical distribution of jellyfish. *Journal of Plankton Research*. Vol. 25. No. 11: 1307 – 1318.
- BUECHER E, SPARKS C, BRIERLEY A, GIBBONS M. 2001. Biometry and size distribution of *Chrysaora hysoscella* (Cnidaria, Scyphozoa) and *Aequorea aequorea* (Cnidaria, Hydrozoa) off Namibia with some notes on their parasite *Hyperia medusarum*. *Journal of plankton Research*. Vol. 23, No 10: 1073-1080.
- BRIERLEY A, AXELSEN B, BUECHER E, SPARKS C, BOYER H, GIBBONS M. 2001. Acoustic Observations of Jellyfish in the Namibian Benguela. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 210: 55 – 66.
- BRIERLEY A, BOYER D, AXELSEN B, LYNAM C, SPARKS C, BOYER H, GIBBONS M. 2005. Towards the acoustic estimation of jellyfish abundance. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 295: 105-111.
- BRODEUR R, MILLS C, OVERLAND J, WALTERS G, SCHUMACHER J. 1999. Evidence for a substantial increase in gelatinous zooplankton in the Bering Sea, with possible links to climate change Fisheries Oceanography. Vol. 8. No. 4: 296 – 306.
- BRODEUR R, SUGISAKI H, HUNT G. 2002. Increases in jellyfish biomass in the Bering Sea: implications for the Ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 233: 89-103.
- CADDY J. 1993. Toward a comparative evaluation of human impacts on fishery ecosystems of enclosed and semi-enclosed seas. *Reviews in Fisheries Science*. Vol. 1. No. 2:57-95.
- CARGO D, SCHULTZ L. 1966. Notes on the biology of the sea nettle, *Chrysaora quinquecirrha*, in Chesapeake Bay. *Chesapeake Science*. Vol. 7. No. 2:95-100.
- COLLINS A. & L. GERSHWIN. 2009. A preliminary phylogeny of Pelagiidae (Cnidaria, Scyphozoa), with new observations of *Chrysaora colorata* comb. Nov. *Journal of Natural History*, 2002, 36, 127-148.
- DASKALOV G, MAMEDOV E. 2007. Integrated fisheries assessment and possible causes for the collapse of anchovy kilka in the Caspian Sea. *ICES Journal of Marine Science*. 64: 503–511.
- Goy J. 1987. Summer submergence of *Persa incolorata* McGrady, 1857 (Cnidaria, Hydromedusa) in the northwestern Mediterranean. *Annales de l'Institut Océanographique*, Paris. Vol. 63. No 1:159–172.
- GRAHAM W. 2001. Numerical increases and distributional shifts of *Chrysaora quinquecirrha* (Desor) and *Aurelia aurita* (Linné) (Cnidaria: Scyphozoa) in the northern Gulf of Mexico. *Hydrobiologia*. 451:97–111.
- GROVE M, BREITBURG D. 2005. Growth and reproduction of gelatinous zooplankton exposed to low dissolved oxygen. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 301:185-198.
- HAIMOVICI M, VELAZCO G. 2000. Relações comprimento-peso de peixes teleosteos marinhos do sul do Brasil com uma avaliação de diferentes métodos de ajuste. *Serie Atlántica*. No. 22:131-140.
- HANSSON L, KJØRBOE T. 2006. Effects of large gut volume in gelatinous zooplankton: ingestion rate, bolus production and food patch utilization by the jellyfish *Sarsia tubulosa*. *Journal of Plankton Research*. Vol. 10:937–942.
- HOLST S, JARMS G. 2007. Substrate choice and settlement preferences of planula larvae of five Scyphozoa (Cnidaria) from German Bight, North Sea. *Marine Biology*. Vol. 151. No. 3:863–871.
- KIDEYS A. 2002. Fall and rise of the Black Sea ecosystem. *Science*. Vol. 297:1482–1484.
- KAWAHARA M, UYE S, OHTSU K, LIZUMI H. 2006. et al, Unusual population explosion of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* (Scyphozoa: Rhizostomeae) in East Asian waters. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 307: 161-173.
- LOTAN A, FINE M, BEN-HILLEL R. 1994. Synchronization of the life cycle and dispersal pattern of the tropical invader scyphomedusan *Rhopilema nomadica* is temperature dependent. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 109: 59-65.
- LYNAM C, HEALTH M, HAY S, BRIERLEY A. 2005. Evidence for impacts by jellyfish on North Sea herring recruitment. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 298: 157–167.
- LYNAM C, GIBBONS M, AXESEN B, SPARKS C, COETZEE J, HEYWOOD B, BRIERLEY A. 2006. Jellyfish overtake fish in a heavily fished ecosystem. *Current Biology*. Vol. 16. No 13.
- MATANOSKI J. 2004. The behavior of the Scyphomedusae *Chrysaora quinquecirrha* and *Aurelia aurita* and its ecological importance. Dissertation submitted to the Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, College Park in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.
- MENDO J, YAMASHIRO C, RUBIO J, KAMEYA A, JURADO E, MALDONADO M, GUZMÁN S. 1989. Evaluación de la Población de Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia, Pisco, Perú, Instituto del Mar del Perú, Informe No.94:1-65.
- MILLS C. 2001. Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions? *Hydrobiologia*. Vol. 451: 55-68.
- MIYAKE H, TERAZAKI M, KAKINUMA Y. 2002. On the Polyps of the Common Jellyfish *Aurelia aurita* in Kagoshima Bay. *Journal of Oceanography*. Vol. 58:451-459.
- NOGUEIRA M, HADDAD M. 2006. Relações de tamanho e peso das grandes medusas (Cnidaria) do litoral do Paraná, sul do Brasil. *Revista Brasileira de zoologia*. Vol.23(4):1231-1234.
- PAULY D, CHRISTENSEN V, DALSGAARD J, FROESE R, TORRES F. 1998. Fishing down marine food webs. *Science*. Vol. 279. No. 5352:860 – 863.
- PAULY D, CHRISTENSEN V, GUENETTE S, PITCHER T, RASHID S, WALTERS C, WATSON R, ZELLER D. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*. Vol. 418.
- PURCELL J, NEMAZIE D, DORSEY S, HOUDE E, GAMBLE J. 1994. Predation mortality of bay anchovy *Anchoa mitchilli* eggs and larvae due to scyphomedusae and ctenophores in Chesapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 114: 47-58.
- PURCELL J. 1997. Pelagic Cnidarians and Ctenophores as predators: Selective predation, Feeding rates and effects on prey populations. *Annales d l'institut oceanographique*. 73(2):125-137.
- PURCELL J. 2003. Predation on zooplankton by large jellyfish, *Aurelia labiata*, *Cyanea capillata* and *Aequorea aequorea*, in Prince William Sound, Alaska. *Marine Ecology Progress Series*. Vol.246:137-152.

- PURCELL J. 2005. Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: a review. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* Vol. 85:461-476.
- RUSSELL F. 1925. The vertical distribution of marine macroplankton. An observation on diurnal changes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, Vol.13:769-809.
- SAMEOTO D. 1976. Distribution of sound scattering layers caused by euphausiids and their relationship to chlorophyll a concentrations in the Gulf of St. Lawrence Estuary. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. Vol. 33:681-687.
- SAMOILYS M, CARLOS G. 2000. Determining Methods of Underwater Visual Census for Estimating the Abundance of Coral Reef Fishes. *Environmental Biology of Fishes*. Vol. 57. No. 3.
- SEGURA-PUERTAS L. 1969. Morfología, Sistemática y Zoogeografía de las Medusas (Cnidaria: Hydrozoa y Scyphozoa) del Pacífico tropical oriental. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias Laboratorio de Invertebrados.
- SHIGANOVA T. 1998. Invasion of the Black Sea by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and recent changes in pelagic community structure. *Fisheries Oceanography*. Vol.7: 305-310.
- SOKAL R, ROHLF J. 1995. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. New York: WH Freeman. 68-70 pp.
- SPARKS C, BUECHER E, BRIERLEY A, AXELSEN B, BOYER H, GIBBONS M. 2001. Observations on the distribution and relative abundance of the scyphomedusan *Chrysaora hysoscella* (Linné, 1766) and the hydrozoan *Aequorea aequorea* (Forskål, 1775) in the northern Benguela ecosystem, *Hydrobiologia* Vol. 451: 275-286.
- SPARKS C, BUECHER E, BRIERLEY A, AXELSEN B, BOYER H, GIBBONS M. 2005. Submersible observations on the daytime vertical distribution of *Aequorea? forskalea* off the west coast of southern Africa, *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* Vol. 85:519-522.
- SUCHMAN C, BRODEUR R. 2005. Abundance and distribution of large medusae in surface waters of the northern California Current. *Deep-Sea Research II* Vol.52:51-72.
- WEISE T, GOMOIOU M. 2000. Biomass and size structure of the scyphomedusa *Aurelia aurita* in the northwestern Black Sea during spring and summer. *Journal of Plankton Research* Vol.22 No.2:223-239.
- WROBEL D, MILLS C. 1998. *Pacific Coast Pelagic Invertebrates, A Guide to the Common Gelatinous Animals*. Monterey Bay Aquarium 886 Cannery Row, Monterey, CA. 108 pp.