Naturalis
Repositorio Institucional
http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar

Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Naturales y Museo

Biología, ecología y explotación de la raya platana Atlantoraja platana (Günther, 1880), (Chondrichthyes, Rajidae), del Golfo San Matías

Coller, Nidia Marina
Doctor en Ciencias Naturales

Dirección: Di Giácomo, Edgardo E.
Co-dirección: Miquelarena, Amalia

Facultad de Ciencias Naturales y Museo
2012

Acceso en:
http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/id/20120614001250

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Naturalis Repositorio Institucional
FCNyM - UNLP

Facultad de Ciencias Naturales y Museo
Universidad Nacional de La Plata

BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y EXPLOTACIÓN DE LA RAYA PLATANA *Atlantoraja platana* (Günther, 1880), (CHONDRICHTHYES, RAJIDAE), DEL GOLFO SAN MATÍAS.

Lic. Nidia Marina Coller

Director: Dr. Edgardo E. Di Giácomo
Co-Directora: Dra. Amalia Miquelarena

Trabajo de Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Naturales.

2012

AGRADECIMIENTOS

✓ A los jurados: Dra. Andrea Lopez Cazorla, Dra. Mirta García y Dr. Jorge Colonello por el tiempo dedicado a la corrección del trabajo y sus valiosas observaciones.

✓ A Raquel y Edgardo que desde el primer día, me brindaron la posibilidad de compartir con ellos su laboratorio, sus experiencias y me hicieron sentir rápidamente una más del grupo. Con su pasión por el trabajo y larga trayectoria en el IBMyP, me incentivaron para que embarcara en esta tarea, depositando en mí toda su confianza. A ellos mis más sinceros agradecimientos por estar no solo en lo laboral y en lo académico sino también por su afectuosa amistad.

✓ A mis directores de tesis: a Edgardo Di Giácomo que permanentemente estuvo guiándome y enseñándome el trabajo que debía desarrollar en cada una de las etapas, y a la Dra. Amalia Miquelarena que desinteresadamente aceptó la codirección y dedicó su tiempo en la corrección de la misma, brindando valiosas sugerencias para mejorar el trabajo.

✓ Muchas gracias Raquel por todo el tiempo que dedicaste a la corrección de este trabajo y por los importantísimos aportes que me ayudaron en la escritura.

✓ Al Instituto de Biología Marina y Pesquera "Alte. Storni" y a la Universidad Nacional del Comahue: instituciones que facilitaron el desarrollo de todas las tareas requeridas para la elaboración de dicho trabajo.

✓ A las Empresas Pesqueras radicadas en San Antonio Oeste, Alpesca S.A., Marítima San José y Río Negro Pesquera, que en condición de préstamo cedieron mensualmente el material de estudio para que pueda realizar los muestreos necesarios, como así también al personal que amable y desinteresadamente colaboró para que podamos llevar a cabo la tarea dentro de las plantas.

✓ A todos los colaboradores y amigos fundamentalmente, que me acompañaron en cada uno de los muestreos realizados durante dos años en las plantas pesqueras como también en la sala de muestreo del IBMyP, que sin su ayuda no hubiese sido posible llevar a cabo este proyecto. Ellos son: Marina Ñanco, Marcelo Gavensky, Miguel Camarero, Marcelo San Martín, Paola Braicovich, Gastón Tolosa y Germán Martinez.

✓ A Sandro Acosta, Néstor Dieu y Miguel (padre) Camarero, por estar mes a mes dispuestos a llevar y traer de las plantas pesqueras los cajones de rayas requeridos para cada muestreo. Muchas gracias.

✓ Al Plan de Observadores a Bordo a cargo de Paúl Osovnikar y a los observadores que proporcionaron las muestras, muchas gracias a: Marcela Williams, Victoria Luna, Juan Martín Lagrange, a los Marcelos, Miguel y Gastón nuevamente.

✓ Al Proyecto PID Nº 371 por cederme el material de estudio durante las Campañas de Investigación desarrolladas en los años 2005-2006.

✓ Al programa SIMPO por brindar la información necesaria sobre la posición de los barcos cuando fue requerida.

✓ A los nuevos compañeros de trabajo que se fueron sumando; Marilú Estalles, Gimena Mora, Bettiana Rivero, Matías Suárez y Federico Bernasconi, gracias por las sugerencias y colaboración en muchos momentos y por compartir muestreos, charlas y unas cuantas pavas de mates en estos años.

✓ Al personal administrativo del IBMyP: Analía Álvarez y Adela Entraiga; y por los ricos y calentitos cafecitos a Sabina y Lucrecia.

✓ Al Director de Pesca Miguel Alcalde y la Dirección de Pesca de la Provincia de Río Negro por brindarme toda información requerida como los partes de pesca para realizar análisis propios. Daniel Millán y Juan Marín; gracias.

✓ A los técnicos que realizaron y realizan aún la tarea de limpieza, corte, inclusión y pulido de las vértebras por su valiosa y dedicada labor, Miguel Camarero, Bettiana Rivero y Matías Suárez.

✓ A Cacho Del Ponti quien me enseñó a dar los primeros pasos en la investicación, a mis amigos y familiares que dejé en La Pampa, como a los nuevos que fui conociendo en estos años, muchas gracias por compartir con migo cada momento de mi vida desde cerca o en la distancia. Siempre tuvieron una palabra de apoyo y de aliento en cada decisión que he tomado, siendo a veces inesperada. A todos un fuerte y cariñoso abrazo!!!

✓ A mis padres Toto y Elena que me han dado todas las posibilidades para llegar a ser quien soy, a mi hermano Silvio y su mujer Patricia que me dieron dos hermosos sobrinos Enzo y Pablo, los amo y gracias por estar con migo en cada etapa vivida.

✓ A Gusy, mi amor. Por estar a mi lado, ser mi compañero en este viaje, regalarme parte de su tiempo y compartir con migo muchas horas de trabajo con vista al mar!!! Te amo gordito!!!

✓ Y a todos los que directamente o indirectamente colaboraron para que este trabajo sea posible, MUCHAS GRACIAS!!!

INDICE

AGRADECIMIENTOS *02*
RESUMEN *06*
ABSTRACT *09*

CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) DEL GOLFO SAN MATÍAS
INTRODUCCIÓN *13*
CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA *15*
DESCRIPCIÓN *17*
ANTECEDENTES *22*
MATERIALES Y MÉTODOS *23*
RESULTADOS *25*
DISCUSIÓN *26*

CAPITULO 2. DISTRIBUCIÓN, ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ABUNDANCIA DE *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) DEL GOLFO SAN MATÍAS
INTRODUCCIÓN *31*
AREA DE ESTUDIO *32*
MATERIALES Y MÉTODOS *33*
RESULTADOS *37*
DISCUSIÓN *44*

CAPITULO 3. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) DEL GOLFO SAN MATÍAS
INTRODUCCIÓN *48*
MATERIALES Y MÉTODOS *49*
RESULTADOS *52*
DISCUSIÓN *75*

CAPÍTULO 4. HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LA RAYA PLATANA *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) EN EL GOLFO SAN MATÍAS
INTRODUCCIÓN *84*
MATERIALES Y MÉTODOS *85*
RESULTADOS *89*
DISCUSIÓN *107*

CAPÍTULO 5. EDAD Y CRECIMIENTO DE *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) DEL GOLFO SAN MATÍAS
INTRODUCCION *111*
MATERIALES Y MÉTODOS *112*
RESULTADOS *119*
DISCUSIÓN *132*

CAPÍTULO 6. EXPLOTACIÓN PESQUERA Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS CONDRICTIOS EN EL MAR ARGENTINO: el caso de *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) del Golfo San Matías
INTRODUCCION *133*
MATERIALES Y MÉTODOS *135*
RESULTADOS *139*
DISCUSIÓN *151*

CONCLUSIONES *157*

BIBLIOGRAFIA *160*

RESUMEN

La "raya platana" (*Atlantoraja platana*), es una especie endémica del Atlántico Sudoccidental, habita desde los 22º S (Uruguay y sur de Brasil) hasta los 42º S, región del Golfo San Matías (Argentina). El área de estudio del presente trabajo fue el Golfo San Matías (41º- 42º S y 64º- 65º O). El material analizado (778 hembras y 709 machos) fue colectado durante muestreos mensuales de las capturas desembarcadas por los barcos pesqueros de la flota local (muestreos de desembarque); muestras extraídas a bordo de las embarcaciones pesqueras por el programa de observadores a bordo, durante los años 2004 y 2005 y los meses de marzo, abril y mayo de 2006; y durante la realización de campañas de investigación pesquera (primavera de 2004, 2005 y 2006). Se describió y caracterizó la morfología de la especie encontrándose un rango de tallas de 19 a 89 cm de LT en hembras y de 19 a 79 cm de LT en machos. Entre los sexos existieron diferencias significativas en la relación largo-peso y largo-ancho de disco. Los machos y las hembras presentaron crecimiento alométrico negativo, b= 2,77 y b= 2,91 respectivamente. Se analizó su distribución y se pudo establecer la presencia de *A. platana* en todo el golfo, en un rango de profundidades de 81 a 168 m de profundidad, el registro más austral de presencia de la especie se ubica en los 42º 11' S y 64º 34' O. La proporción de hembras y machos fue de 1,04:1, no se observó segregación por sexos, hallándose predominancia de juveniles.

Se investigaron aspectos de la biología reproductiva a partir del peso de las gónadas en ambos sexos y las glándulas nidamentales en hembras como de los espermiductos en machos, con ellos se calcularon el índice gonadosomáticos (*IG*), el índice de la glándula nidamental (*IGN*) y el índice del espermiducto (*IEp*) en machos. En las hembras maduras se contaron y midieron los ovocitos maduros e inmaduros y se midieron y pesaron las cápsulas totalmente formadas. En los machos se midió la longitud del mixopterigios (LM) y se contaron las espinas alares. Las hembras presentaron dos picos de máxima actividad en el *IG* e *IGN* (verano y otoño) para el primero y (fines de primavera y otoño) para el segundo. Se observaron cápsulas totalmente formadas durante todo el año siendo diciembre el mes con mayor porcentaje (87,5 %). El *IG* en machos se mantiene casi estable a lo largo del año, se observa un máxima actividad al finalizar la primavera, mientras que el *IEp* presenta una mayor actividad en el verano. De lo observado se puede establecer que *A. platana* tiene un

ciclo reproductivo anual, con dos picos. Se estableció la talla de primera madurez sexual (LT_{50}), siendo igual a 71,8 cm en hembras, esto ocurrió al 76,40 % de la talla máxima, mientras que en los machos fue a los 64,2 cm y ocurrió al 77,2 % de la talla máxima. En los machos las espinas alares varían de 1 a 6 hileras.

Se describió el hábito alimentario, se caracterizó el tipo de alimentación y el nivel trófico que posee *A. platana* en el Golfo San Matías. Para obtener el número de muestras mínimas se calcularon las curvas de diversidad acumulativa de Shannon-Wiener del número de presas en función del número de estómagos analizados para el total de individuos y para cada sexo en juveniles y adultos. Siendo el número mínimo de estómagos necesarios de 288 para el total, de 138 hembras y 186 machos para individuos juveniles y de 91 hembras y 114 machos para individuos adultos. Se calculó el coeficiente de vacuidad (v) y la incidencia de las diferentes especies presas en la dieta fue evaluada aplicando las siguientes expresiones: porcentaje de frecuencia de ocurrencia ($\%O$), porcentaje en número ($\%N$), porcentaje en peso ($\%P$). Con las expresiones anteriores se calcularon el índice de importancia relativa *IRI* y el *%IRI*. Se observó que la especie es de hábitos tróficos epibentónicos con predominancia a la carcinofagia, siendo los langostinos (*Pleoticus muelleri*) y los estomatópodos (*Pterygosquilla armata armata*) las presas más consumidas tanto por los juveniles como los adultos de ambos sexos. Los individuos presentan un alto grado de superposición de la dieta entre sexos (α= 0,99) y una baja amplitud dietaria siendo el valor de β= 0,23 mientras que el nivel trófico obtenido fue de NT= 3,79, ubicándolas como predadores secundarios (NT< 4).

Para la determinación de la edad se usaron las vértebras extraídas de la región toráxica-abdominal de ambos sexos. Las mismas fueron limpiadas, cortadas y pulidas. Se realizaron dos lecturas independientes entre dos lectores. La comparación del coeficiente *b* entre las regresiones de hembras y machos mostró diferencias significativas. El cálculo de la precisión en el conteo de anillos (*APE*) fue de 4,17 % en hembras y de 5,25 % en machos. Se validó el incremento marginal del radio para cada mes no encontrándose diferencias significativas en las hembras, mientras que en los machos fue significativa. En las estaciones el (*APE*) difirió significativamente entre invierno y primavera para los sexos agrupados. Se observó la deposición de las bandas de crecimiento claras y oscuras siendo el mayor porcentaje de las claras en primavera y verano y de las oscuras en otoño e invierno. Esto permite asumir que existe una deposición anual de las bandas. Se describió el modelo de crecimiento de von

Bertalanffy siendo L_∞= 105,5 y k= 0,08 en hembras y L_∞= 103,7 y k= 0,09. La longevidad estimada fue de 31 años en hembras y de 29 años en machos. La mayor edad estimada fue de 15 años en hembras y de 13 años en machos. Se calculó la edad de primera madurez siendo de 7,6 años para las hembras y 4,8 años para los machos. En el Golfo San Matías *A. platana* junto a otras rayas están sometidas a la explotación pesquera es por ello que estimar la edad y el crecimiento es muy importante ya que permite reconstruir la estructura etárea de la población. Más aún si se tiene en cuenta que estos peces dada sus características biológicas son de crecimiento lento. Se analizó la base de datos de FAO de capturas mundiales de los Rajiformes a nivel mundial, a nivel nacional de la Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos (SAGPYA) de la Nación Argentina, y a nivel local el Registro de Información Pesquera de la provincia de Río Negro. Se consultó la base de datos de la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN su sigla en ingles) y se determinó que *A. platana* se encuentra categorizada como vulnerable. Las rayas junto con el resto de los condrictios son parte de la fauna acompañante en la captura de la merluza común *Merluccius hubbsi* que es la especie blanco de la pesquería de arrastre del Golfo San Matías. Se calculó el índice de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE= Capturas totales Kg/Horas de arrastre) de la flota pesquera de arrastre para las rayas, para la merluza común y el resto de los peces cartilaginosos. En el año 1996 se comienzan a desembarcar las rayas en el golfo, alcanzando su valor máximo en el año 1999 con 343 t. De la comparación de las CPUE entre peces cartilaginosos se observa que antes del año 1996 el pez gallo *Callorhinchus callorynchus* y el gatuzo *Mustelus schmitti* presentaban los valores más altos. Para el año 1997 las rayas superan al gatuzo, ocupando el segundo lugar después del pez gallo, quien históricamente fue la especie de condrictio más capturado en el golfo. De la observación de los volúmenes de peces capturados por las lanchas artesanales y los barcos de rada ría los peces cartilaginosos totalizaron 19 t, siendo el gatuzo con alrededor de 8 t el más capturado en el año 2004 y las rayas con 3,6 t en el 2005.

ABSTRACT

The skate *Atlantoraja platana*, commonly known in Argentina as "raya platana", is endemic to the Southwest Atlantic. It is distributed from 22º S (Uruguay and Brazil) to 42º S in San Matías Gulf (Argentina). The present study was carried out in San Matías Gulf (41º- 42º S and 64º- 65º W). It analyzed 778 females and 709 males collected from three different sources: commercial vessels sampled by the on-board observer program during 2004 and 2005 and March, April and May 2006; research surveys conducted during spring 2004 and 2005; and commercial landings sampled from 2004 to 2006.

The morphological characteristics of the specie were described. Males ranged from 19 to 79 cm TL and females from 19 to 89 cm TL. The relationships between total length and weight and total length and disc width were significantly different between sexes. Both sexes presented allometric weight growth, being b= 2.77 and b= 2.91 for males and females respectively.

The distribution of *A. platana* in San Matías Gulf was analyzed. The species was found all over the gulf between 81 and 168 m depth. Up to date, its southern distribution was 42º 11' S- 64º 34 ' W. The sex ratio was 1:1 and juveniles predominated the sample.

The reproductive biology of the species was also analyzed. The weight of the gonads in both sexes, the weight of the nidamental gland in females and the weight of the sperm ducts in males were recorded. With these records we estimated: the gonadosomatic index (*GSI*), the nidamental gland index (*GNI*) and the sperm duct index (*SDI*). The number and diameter of mature and immature oocytes were recorded in mature females. When found, the fully developed egg capsules were weighed and measured. In males, the length of the claspers (LM) was measured and the number of alar thorns recorded. In females, the *GSI* and *GNI* presented two peaks. The highest values of the *GSI* were recorded during summer and autumn, whereas those of the *GNI* were recorded during late spring and autumn. Fully developed egg capsules were found all over the year, but showed the highest percentage (87.5%) during December. In males, the *GSI* was almost constant throughout the year, showing its maximum value during late spring. The *SDI* showed its maximum value during summer. According to these results *A. platana* presented an annual reproductive cycle with two peaks. Size at first maturity (LT_{50}) was estimated at 71.8 cm in females, 76.4 % of the maximum

length recorded and at 64.2 cm in males, 77.2 % of the maximum length recorded. The number of alar thorns ranged from 1 to 6.

Described the food habit, was the type of food and trophic nivel that *A. platana* in San Matías Gulf. In order to obtain the number of minimum sample the curves of cumulative diversity of Shannon-Wiener of the number of prey based on the number of stomachs analyzed for the total number of individuals and for each sex in youth and adults. Being the minimum number of necessary stomachs of 288 for the total, 138 in females and 186 in youthful males, of 91 in females and 114 in adult males. We estimated the vacuity coefficient (*v*) and the importance of the different prey items in the diet was assessed by their percentage by number (*%N*) and weight (*%W*), their percentage frequency of occurrence (*%O*). The former expressions were used to estimate the index of relative importance (*IRI*) and its percentage (*%IRI*). The species preyed primarily on crustaceans, being shrimps (*Pleoticus muelleri*) and stomatopods (*Pterygosquilla armata armata*) the main prey items of juveniles and adults. Sexes presented a high degree of dietary overlap (α= 0.99) and a narrow niche breadth (β= 0.23). The specie was considered a secondary consumer and the trophic level estimated was (NT= 3.79).

Age and growth determination was based on the examination of vertebral centra. The vertebrae were cleaned, cut and polished. Two readers counted the bands independently. The linear relationships between TL and the centrum diameter were described for males and females. The comparison of the coefficient *b* of both curves showed significant differences. The precision was evaluated with the average percent error (*APE*), which was estimated to be 4.17 % in females and 5.25 % in males. Females showed no significant differences in the relative marginal increase in the vertebral centra, whereas males did. The (*APE*) significantly differed between sexes during winter and spring. Since a greater proportion of translucent and opaque bands were observed during spring and autumn respectively, we assumed an annual band deposition. The von Bertalanffy growth model was used. The parameters estimated were L_∞= 105.5 and k= 0.08 in females and L_∞= 103.7 and k= 0.09 in males. The older female observed was 15 years old and the older male 13 years old. Age at first maturity was estimated to be 7.6 years in females and 4.8 years in males. Since the skates of San Matías Gulf are being subject of commercial exploitation, age and growth estimation is important because it allows reconstructing the age structure of the population.

Skates, together with other chondrichthyan fishes, are captured as bycatch in the bottom trawl fishery of San Matías Gulf. The target species of the fishery is the common hake *Merluccius hubbsi*. The databases of commercial landings of species belonging to the Rajiformes reported by FAO, Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos de la Nación Argentina (SAGPYA) and Río Negro Province were analyzed. The database of the Red List of Threatened species of the International Union for Conservation of Nature (IUCN), where *A. platana* is categorized as a vulnerable species, was also consulted. The capture per unit effort index (CPUE) was estimated for the common hake, skates and other chondrichthyans.

In the bottom trawl fishery of San Matías Gulf, skates began to be commercialized in 1996. Landings reached their maximum value (343 t) during 1999. Historically, the cockfish *Callorhinchus callorynchus* as been the main chondrichthyan of the fishery, with the maximum CPUE value. Before 1996, this species was followed by the smooth-hound shark *Mustelus schmitti*. However, skates have been in second place since 1997. The artisanal fishery of San Matías Gulf also commercializes chondrichthyan fishes. During 2004, landings were 19 t, and the smooth-hound shark and skates were the most captured chondrichthyan fishes, with 8 and 3.6 t respectively.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) DEL GOLFO SAN MATÍAS

INTRODUCCIÓN

Los peces batoideos incluyen una variedad de especies vulgarmente conocidos como torpedos, rayas eléctricas, peces-sierra, peces-guitarra y rayas. Poseen el cuerpo comprimido dorso-ventralmente, las aletas pectorales están más o menos expandidas y fusionadas en la región anterior de la cabeza, lo que le otorga al cuerpo la forma de un disco aproximadamente circular, ovalado o romboidal. Todas las especies carecen de aleta anal (McEachran & di Sciara 1995). En el dorso y a los lados de la cabeza están ubicados los ojos, los cuales no poseen membranas nictitantes y los espiráculos que son usados para aspirar agua con la que respiran, mientras que la boca, los orificios nasales y las aberturas branquiales se encuentran en la superficie ventral. Poseen un sistema de electroreceptores bien desarrollado en la parte frontal de la boca, en la línea lateral y en gran parte de la cara inferior del cuerpo, lo que les permite detectar y localizar las presas que están debajo (Tricas *et al.* 1998, Nelson 2006). Las rayas eléctricas y los torpedos poseen potentes órganos eléctricos que derivan de los músculos branquiales en la región de la cabeza, que son utilizados en la alimentación y para la defensa. La piel es suave y puede desprenderse fácilmente, ojos pequeños o no funcionales, poseen una aleta caudal bien desarrollada y las aletas dorsales pueden estar ausentes o llegar hasta dos (Nelson 2006). Los peces sierra por su forma se asemejan superficialmente a los tiburones poseen un hocico muy prolongado con forma de hoja o lámina aplanada, estrecha, rígida y con dientes de igual tamaño incrustados en los bordes laterales, tienen dos aletas dorsales diferentes y una caudal y carecen de barbas (McEachran & di Sciara 1995, Nelson 2006). Los peces guitarra tienen un cuerpo intermedio entre los tiburones y las rayas, con una cola robusta pero no claramente demarcada del tronco, con dos aletas dorsales diferentes y una aleta caudal no bilobulada, poseen dentículos en el cuerpo que forman una línea media en la columna vertebral, pero ausente de espinas en la cola. Las especies de familia Rajidae pueden tener la aleta caudal moderadamente desarrollada, reducida o ausente, la cola suele ser extremadamente delgada, poseen débiles órganos eléctricos que derivan de los músculos caudales. Las aletas dorsales varían de 0 a 2, muchas poseen púas o espinas en la piel, generalmente forman una línea media en la zona dorsal (Nelson 2006). Los peces batoideos abarcan un rango de tallas muy variadas que van desde los 25 cm (Rajidae) hasta más de 6 m (Pristidae) de largo total, algunas pueden alcanzar 7 metros en el ancho de disco y llegar a pesar 1,5 t (Mobulidae) (McEachran & di Sciara 1995).

Respeto a la modalidad reproductiva los elasmobranquios poseen fecundación interna pero exhiben dos modos reproductivos, el viviparismo y el ovoparismo, según si el desarrollo embrionario se produce en el interior o en el exterior de la cavidad interna de la hembra (Hamlet & Koob 1999). La familia Rajidae es ovípara, es decir que, liberan sobre el fondo del mar ovocitos fecundados recubiertos de una cápsula de forma rectangular, a partir de las cuales eclosionarán en un tiempo determinado los individuos totalmente desarrollados (McEachran & di Sciara 1995, Hamlet & Koob 1999).

A nivel sistemático son considerados monofiléticos, aunque diferentes autores los han clasificado dentro de los neoselachii (peces cartilaginosos modernos) y otros como un subgrupo en lugar de un taxón equivalente a los tiburones modernos (McEachran & Aschliman 2004). El género *Atlantoraja* puede encontrarse como una Subfamilia Arhynchobatinae dentro de la Familia Rajidae Bonaparte, 1831 (Menni & Stehmann 2000, McEachran & Aschliman 2004), siendo otra alternativa válida como Familia Arhynchobatidae Fowler, 1934 (Ebert & Compagno 2007) considerando al género *Atlantoraja* dentro del suborden Rajoidei.

En este trabajo se sigue la clasificación de McEachran & Aschliman (2004).

Cousseau *et al.* (2007) mencionan para el Mar Argentino 31 especies de Rajiformes, posteriormente Menni & Lucifora (2007) amplían la lista a 34 especies, en la cual dos pertenecen a los denominados peces guitarras (Familia Rhinobatidae); *Rhinobatos* (1 spp.), *Zapteryx* (1 spp.) y las restantes se incluyen dentro del grupo rayas (Familia Rajidae); *Amblyraja* (4 spp.), *Atlantoraja* (3 spp.), *Bathyraja* (11 spp.), *Dipturus* (2 spp.), *Psammobatis* (8 spp.), *Sympterygia* (2 spp.), *Rioraja* (1 spp.), incorporando el género nuevo *Zearaja* (1 spp.). Si bien Cousseau *et al.* (2007) mencionan la presencia ocasional de *A. platana* en el Golfo San Matías, posteriormente Perier *et al.* (2007) identifican a la misma como una de las más frecuentes dentro de las 19 especies de rayas capturados en el dicho golfo.

El objetivo del presente capítulo es realizar una sinopsis de *Atlantoraja platana* con especial referencia a su ubicación sistemática, descripción y características morfométricas.

CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA **(McEachran & Aschliman 2004)**

CLASE CHONDRICHTHYES

SUBCLASE NEOSELACHII

COHORTE BATOIDEA

ORDEN RAJIFORMES (Goodrich 1909)

SUBORDEN RAJOIDEI

FAMILIA RAJIDAE (Bonaparte 1831)

SUBFAMILIA ARHYNCHOBATINAE (Fowler 1934)

GÉNERO *Atlantoraja* (Menni 1972)

ESPECIE *Atlantoraja platana* (Günther 1880)

Nombres comunes: Raya oscura (Uruguay -Argentina-); Raya lisa, Raya platana (Argentina); Arraia (Brasil): La Plata skate (Inglés -Sudáfrica-); Argentijnse rog (Holandés).

Referencias: Günther **1880.** (Descripción) Zoology. Rept. Challenger Shore Fishes 1-82. Berg **1895.** (Sistemática) Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires v. 4: 1-120. Evermann & Kendall **1907.** (Notas) Proceedings of the United States National Museum, 31: 67-108. Garman **1913.** Memoirs of Harvard Museum of Comparative Zoologie 36: 1-528. Devincenzi **1920.** Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Montevideo 1(Part 4): 97-134. De Buen **1950.** Brandão **1964.** (Glosario sistemático portugués-inglés), Boletim de Estudos de Pesca 4(6):1-59. Breder & Rosen **1966.** (Reproducción) T.F.H. Publications, Neptune City, New Jersey 941 pp. Menni **1972.** (Sistemática y lista crítica) Rev. Mus. La Plata, N. Serie, 1 (Zool.103): 165-173. Menni **1973.** (Sistemática) Physis. Sección A 32(85): 413-439. Sadowsky & Menni **1974.** (Descripción) Physis. Sección A 33(86): 23-32. Figueiredo **1977.** (Presencia) Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil. 104 pp. Abella *et al.* **1979.** (Presencia) En: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur (Montevideo -Uruguay, UNESCO, 291-324. Stehmann (Sistemática) **1979.** AuBenstelle Ichthyologie Institut für

Seefischerei. Bundesforschungsanstalt für Fischerei. Hamburg 114 pp. Zaro **1979.** (Presencia) Neotrópica 25(73): 77-82. Menni *et al.* **1984.** (Catálogo) Editaria Hemisferio Sur S.A. p. 359. Dulvy & Reynolds **1997.** (Reproducción) Proc. R. Soc. Lond., Ser. B: Biol. Sci. 264:1309-1315. Barbosa & Gomes **1998.** (Morfología) Biociencias 6(2):125-146. Eschmeyer **1998.** (Catálogo) Special Publication, California Academy of Sciences, San Francisco. 3 vols. 2905 pp. McEachran & Dunn **1998.** (Filogenia y morfología) Copeia (2):271-290. Nion **1998.** Pp. 169 – 190. En: El Río de la Plata, una revisión ambiental, P.G. Wells y G.R. Daborn (Eds.).Un informe de antecedentes del Proyecto EcoPlata. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canadá. Anon **1999.** (Colección) Natural History Museum, London. Compagno **1999.** (Catálogo) 471-498. En Hamlett (ed.) John Hopkins University Press, Maryland. Cousseau *et al.* **2000.** (Sistemática) Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo pesquero (INIDEP) 35pp. Menni & Stehmann **2000.** (Distribución y biología) Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales 2(1): 69-109. Bor **2002.** (Catálogo de cápsulas) www.rajidae.tmfweb.nl, versión (05/2002). Meneses & Paesch **2002.** (Sistemática) Dirección Nacional de Recursos Acuaticos (DINARA). Nion *et al.* **2002.** (Sistemática y nombres comunes) -Infopesca ISBN 9974 - 563 - 18 - 6, 105 pp. Marçal **2003.** (Reproducción) MSc Thesis, Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brazil. McEachran, J.D. & N. Aschliman **2004.** (Filogenia) En: Carrier, Musick & Heithaus (eds.) 79:113. Oddone *et al.* **2004.** (Descripción de Cápsulas) Zootaxa 426: 1-4. Bernardes *et al.* **2005.** (Presencia) Editora da Universidade de São Paulo. 295 p. Casarini **2006.** (Dinámica poblacional) Tese Doutoral em Ciencias, área de Oceanografia Biológica. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Brasil 206 pp. Cousseau *et al.* **2007.** (Sistemática) INIDEP 106 pp. Menni & Lucifora **2007.** (Listado) ProBiota, FCNyM, UNLP. Serie Técnica y Didáctica. Nº 11. Oddone & Amorim **2007.** (Biología) Journal of the Northwest Atlantic. Fishery Science., 38: 43-52. Perier *et al.* **2007.** (Estado biológico) Oddone & Amorim **2008.** (Biología) Journal of Fish Biology 72: 1515–1519. Menni *et al.* **2009.** (Presencia) Biodivers Conserv. 19(3): 775-796.

DESCRIPCIÓN

Atlantoraja platana, presenta un cuerpo con forma de rombo, su faz medio dorsal es lisa sin espinas y de color marrón oscuro homogéneo, con una hilera de espinas en la cola, dos aletas dorsales y una caudal bien desarrolladas (Figura 1). En la zona nucal exhibe una serie de poros mucosos negros muy evidentes, en forma de paréntesis invertido que pueden variar de 6 a 9 en cada lado y otros en la región del rostro (Figura 2) (Sadowsky & Menni 1974). Presentan un cartílago rostral translúcido. Cuando son juveniles se observa una mancha u ocelo difuso en cada una de las aletas pectorales que pueden perdurar en individuos adultos, pero son raramente visibles (Figura 3). Particularmente los machos presentan una serie variable de espinas alares cerca de los márgenes de las aletas pectorales (McEachran & Dunn 1998) (Figura 4). En ambos sexos la faz ventral es lisa de color gris oscuro o violáceo en los bordes tornándose blanquecina hacia la zona ventral, en la cloaca, aletas pélvicas y cola. La faz ventral presenta una gran cantidad de poros mucosos de color negro que se distribuyen alrededor de la boca hasta la región central del abdomen (Figura 5). Las hembras son ovíparas y forman dos cápsulas por vez. Estas son de forma más o menos rectangular, presentan cuernos en cada uno de los extremos, siendo los posteriores más largos que los anteriores. Dorso-ventralmente las cápsulas son asimétricas siendo la parte ventral un tanto más aplanada y el dorso convexo con estrías en toda su superficie. El borde de la región posterior se prolonga formando un velo y sobre los márgenes muestran unos pliegues membranosos. Su coloración natural es marrón con brillos dorados que se acentúan en los pliegues laterales y en la zona del velo (Oddone *et al.* 2004) (Figura 6).

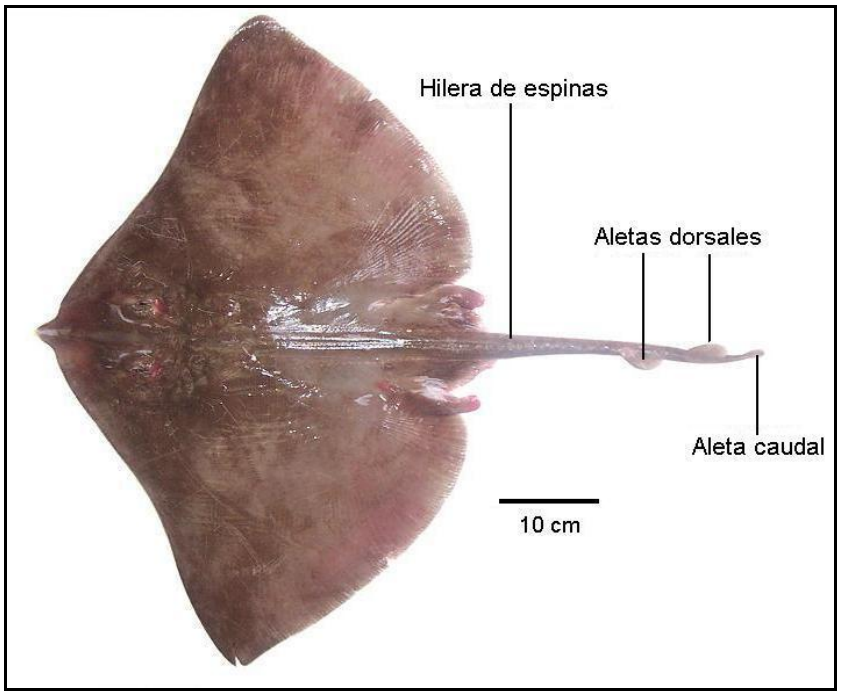


Figura 1. *Atlantoraja platana*. Vista dorsal del cuerpo. Ejemplar hembra de 75 cm de LT.

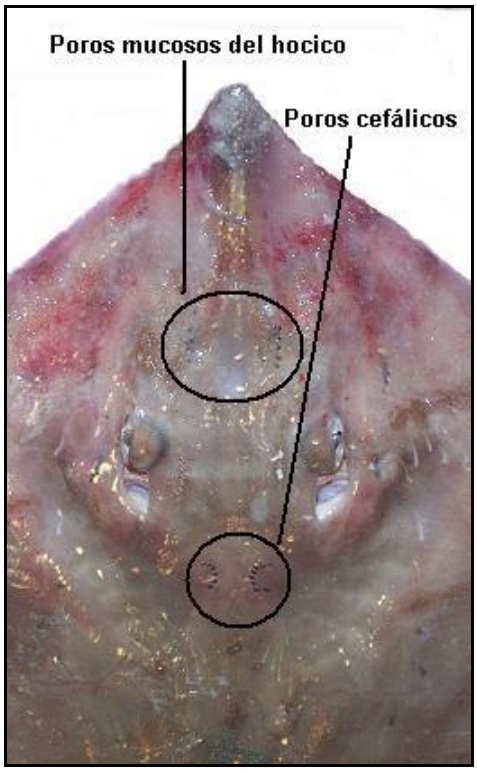


Figura 2. *Atlantoraja platana*. Poros mucosos en la región cefálica. Los agrupados en forma de paréntesis invertido se indican dentro del círculo.

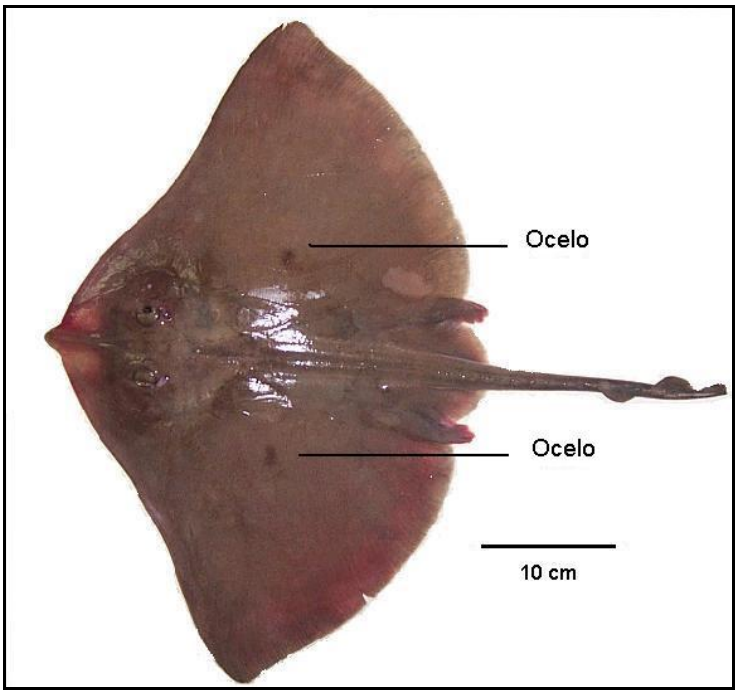


Figura 3. *Atlantoraja platana*. Manchas u ocelos en la región dorsal. Ejemplar juvenil de 51 cm de LT.

Figura 4. *Atlantoraja platana*. Hileras de espinas en la aleta pectoral de un ejemplar macho adulto.

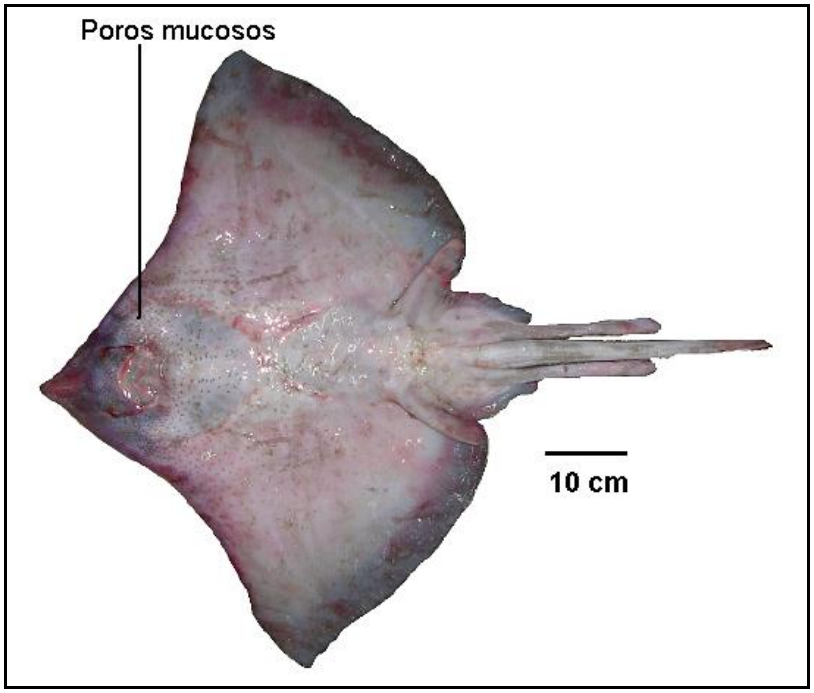


Figura 5. *Atlantoraja platana*. Coloración en fresco y poros mucosos en la región ventral. Ejemplar macho de 70 cm de LT.

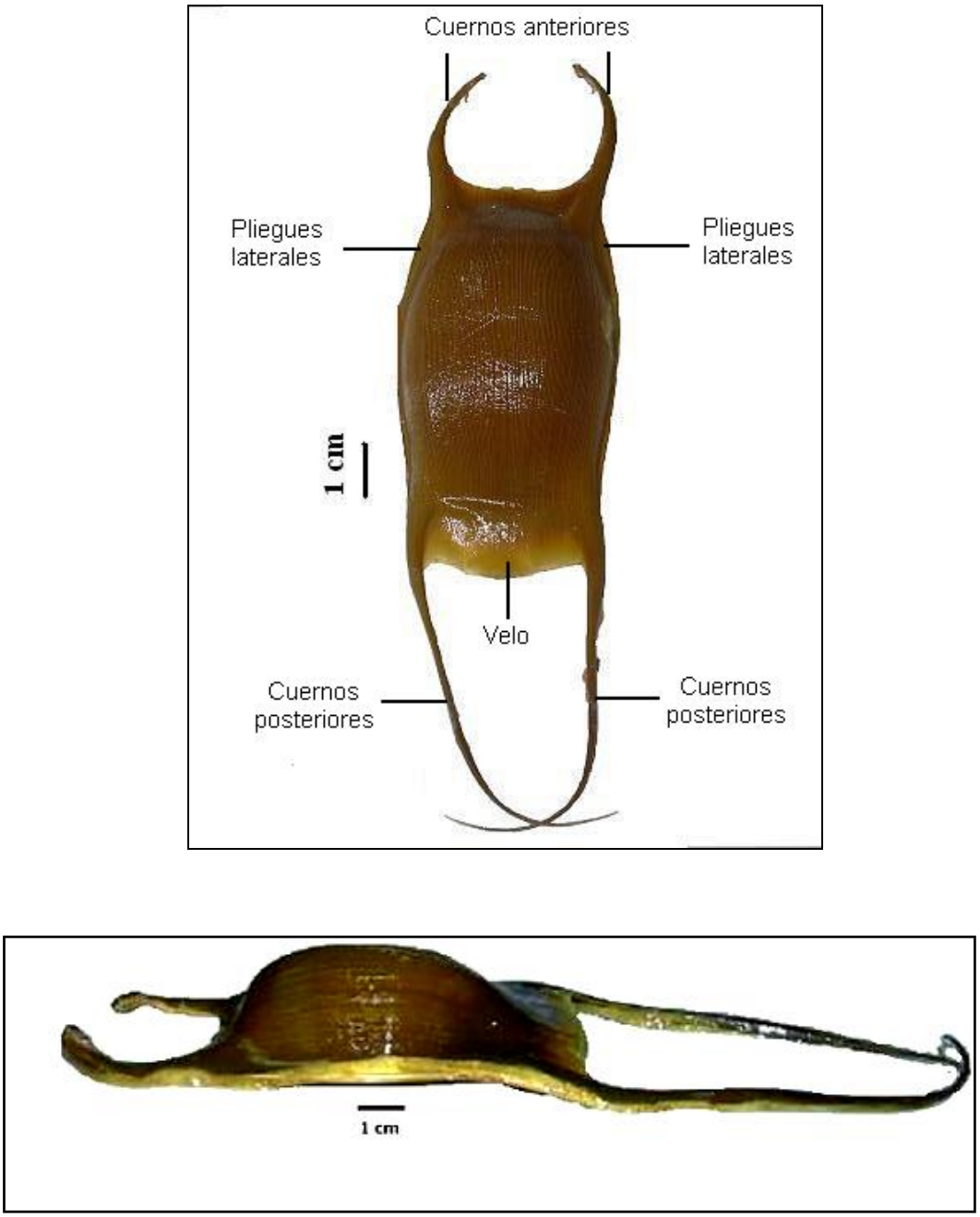


Figura 6. *Atlantoraja platana*. Cápsulas ovígeras totalmente formadas, vista dorsal y lateral.

ANTECEDENTES

La primera descripción sistemática de la especie fue realizada por Günther (1880) quien consideró a *Atlantoraja platana* dentro del género *Raja* como *R. platana*. Menni (1972), en base a las características del mixopterigio establece un nuevo subgénero para *Raja* (*Atlantoraja*) *cyclophora* y *R.* (*A.*) *castelnaui*, posteriormente en el año 1973 el mismo autor incorpora a *R.* (*A.*) *platana* dentro del grupo. Sadowsky & Menni (1974) redescriben a *R. platana* con material obtenido por el buque oceanográfico "Prof. Besnard" del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Sao Paulo (Brasil) entre los 29º 13' a 34º S y 49º 35' a 52º 29' W (de Brasil y Uruguay) a 149 m de profundidad, proporcionando información anatómica y características del holotipo. Stehmann (1978) la incluye en su guía ilustrada de peces marinos de Argentina, pero aclara que ningún ejemplar ha sido obtenido para dicho trabajo y Menni *et al.* (1984) la cita en el catálogo sobre peces marinos de Argentina y Uruguay. Posteriormente, en una revisión del grupo Rajidae, McEachran & Dunn (1998) a partir de información filogenética basada en la variación de ciertos caracteres morfológicos internos y externos, del cartílago rostral y neurocráneo, del esqueleto hipobranquial, cintura pélvica, mixopterigios y los órganos eléctricos de la cola (los electrocitos) entre otros, proponen la elevación del subgénero a género agrupando a las tres especies antes mencionadas: *A. platana*, *A. castelnaui* y *A. cyclophora*.

Los antecedentes sobre la biología, ecología y explotación para *A. platana* del Mar Argentino son escasos, prevaleciendo en la mayoría de los estudios, casos de presencia, descripciones de la especie e inclusión en listados sistemáticos. Menni (1973) incluye a la especie en una clave para la identificación de la familia Rajidae del litoral bonaerense, aunque aclara que no fue encontrada en ese ambiente. Zaro (1979), comprobó la presencia de *R.* (*A.*) *platana* en tres estaciones diferentes para la región costera del Golfo San Matías. McEachran & Dunn (1998), como fue mencionado anteriormente, sugirieron el cambio de género de *Raja* a *Atlantoraja*. Cousseau *et al.* (2000) en su catálogo sobre la familia Rajidae cita a 7 géneros y 22 especies, entre las cuales se encuentra *A. platana*, al igual que Menni & Stehmann (2000) en su trabajo sobre distribución de las rayas en Argentina. Estos autores mencionan algunas características biológicas generales de la especie. El último listado actualizado de condrictios para el Mar Argentino y de Uruguay incluye a la especie mencionada

(Menni & Lucifora 2007). A nivel zoogeográfico ha sido incluida recientemente en un trabajo sobre biodiversidad marina de los condrictios del Atlántico Suroccidental (Menni *et al.* 2009).

Estudios específicos sobre *A. platana* del sur de Brasil han sido llevado a cabo sobre la biología reproductiva, descripción de las cápsulas, crecimiento y dinámica poblacional por Marçal (2003), Oddone *et al.* (2004), Casarini (2006), Oddone & Amorim (2007, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

El material examinado para este trabajo proveniente del Golfo San Matías (41º-42º S y 64º-65º O), fue colectado durante muestreos mensuales de las capturas desembarcadas por los barcos pesqueros de la flota local (muestreos de desembarque) 2004, 2005 y 2006; muestras extraídas a bordo de las embarcaciones pesqueras por el programa de observadores a bordo (marzo-abril de 2005); y durante la realización de campañas de investigación pesquera (REDE I 2004, octubre-noviembre; REDE I 2005, noviembre-diciembre; y REDE 2006, octubre-noviembre). De un total de 778 hembras y 709 machos se registraron, al centímetro inferior, las siguientes medidas morfométricas: largo total (LT), tomado desde el comienzo del hocico hasta el fin de la aleta caudal; ancho del disco (AD), medida que comprende la distancia máxima entre las aletas pectorales (Figura 7) y el peso total (PT) en gramos, tomado con una balanza electrónica de 0,01 g de precisión.

Se planteó la hipótesis nula de que no existen diferencias en el largo total promedio entre sexos y se evaluó la misma por medio del test de la *t* para diferencias entre dos medias (Zar 1984).

La relación LT-PT fue calculada separadamente para ambos sexos (PT= a*LTb). Se realizó un ajuste lineal de la transformación logarítmica de la ecuación de acuerdo a la siguiente expresión Ln (PT)= Ln a+b*Ln (LT). Las pendientes e interceptos de ambas rectas fueron comparadas mediante una prueba *t* de Student (Zar 1984), se planteó como hipótesis nula la igualdad de las mismas. Se evaluó en cada sexo la hipótesis de crecimiento isométrico (*b*= 3) mediante el estadístico *ts* con la siguiente fórmula (Pauly 1984):

t_s= (Sx/Sy)*(|*b*-3|/√(1-r^2))* √ n-2

Donde Sx= desviación estándar de los valores de los logaritmos de la longitud; Sy= desviación estándar de los valores de los logaritmos del peso, b= exponente de la relación longitud-peso, r^2= coeficiente de determinación de la relación longitud-peso; n= número de organismos usados para el cálculo.

La relación entre el LT-AD, se describió mediante una regresión lineal para ambos sexos (AD= a+b*LT) y para juveniles y adultos. Desde el punto de vista estadístico, se plantearon las hipótesis nulas de la no diferencia de las pendientes e interceptos de las rectas de las relaciones descriptas entre sexos para el total de los individuos y entre juveniles y adultos, las mismas fueron validadas mediante el uso de una prueba *t* de Student (Zar 1984). Los criterios utilizados para separar a los individuos entre juveniles y adultos según los estadios de madurez se describen en el Capítulo 3.

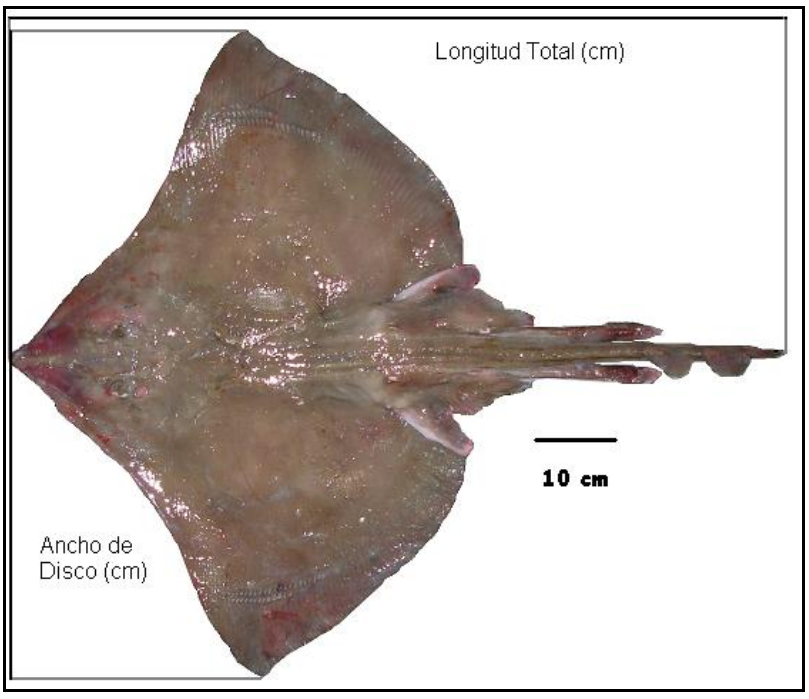


Figura 7. *Atlantoraja platana*. Vista dorsal de un macho de 70 cm de LT Medidas morfométricas registradas en ambos sexos en cm: Largo Total y Ancho de Disco.

RESULTADOS

El rango de tallas analizado fue de 19 a 89 cm para hembras y de 19 a 79 cm para machos. Existió diferencia entre sexos en la talla media (t= 3,07; P< 0,05; gl= 1485), alcanzando las hembras mayor tamaño que los machos.

La relación entre el LT y el PT de las hembras fue: P= 0,0132 x $LT^{2,91}$ (R^2= 0,98), mientras que en los machos fue: P= 0,0222 x $LT^{2,77}$ (R^2= 0,98) (Figura 8). Las regresiones lineales de las variables logarítmicas LT-PT entre sexos presentaron diferencias significativas en el coeficiente *b* para el total de los individuos analizados (t= 8,90; P< 0,05 gl= 1483) y para los adultos (t= 12,20; P< 0,05 gl= 528), pero no fue significativa entre los juveniles (t= 0,42; P> 0,05 gl= 967). Se encontraron diferencias en el coeficiente *a* para el total de individuos (t= 13,58; P< 0,05; gl= 1483), para los juveniles (t= 4,10 P< 0,05 gl= 967 y para los adultos (t= 28,47; P< 0,05 gl= 528).

En individuos menores a 41 cm los machos fueron más pesados que las hembras, mientras que en los individuos mayores a esa talla el peso de las hembras fue mayor.

Los machos y las hembras presentaron crecimiento alométrico negativo, b= 2,77 (ts= 19,26; P< 0,05 gl= 707) y b= 2,91 (ts= 7,81; P< 0,05 gl= 776), respectivamente.

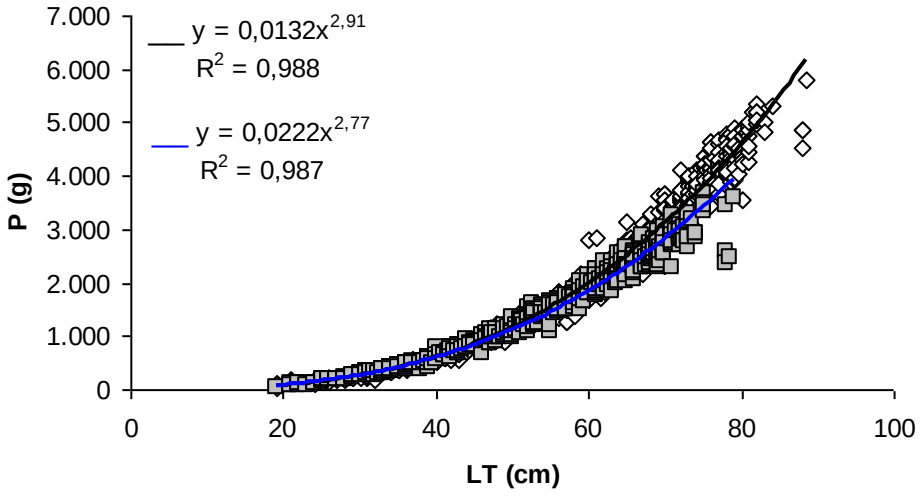


Figura 8. *Atlantoraja platana*. Relación LT-PT para hembras (◊; línea de tendencia negra) (n= 778) y machos (■; línea de tendencia azul) (n= 709).

La relación entre LT-AD para la totalidad de los individuos fue, para las hembras: AD= 7,27 + 0,762LT (R^2= 0,97) y para los machos: AD= 7,76 + 0,739LT (R^2= 0,96) (Figura 9); en los juveniles la relación para hembras fue: AD= 3,66 + 0,836LT (R^2= 0,97) y para machos fue: AD= 3,5 + 0,832LT (R^2= 0,97) y en adultos, para las hembras fue: AD= 19,77 + 0,590LT (R^2= 0,77) y para los machos: AD= 13,89 + 0,6385LT (R^2= 0,61). La comparación del coeficiente *b* entre ambas regresiones mostró diferencias significativas en el total de individuos (*t*= 2,57; *P*< 0,05 *gl*= 855), pero no mostró diferencias al comparar entre los juveniles (*t*= 0,37; *P*> 0,05 *gl*= 517) como tampoco entre los adultos (*t*= -1,05; *P*> 0,05 *gl*= 333). En cambio el coeficiente *a* mostró diferencias significativas entre sexos para el total de los individuos analizados (*t*= 7,23; *P*< 0,05 *gl*= 855) entre los juveniles, (*t*= 2,44; *P*< 0,05 *gl*= 517) y entre los adultos (*t*= 11,67; *P*< 0,05 *gl*= 333).

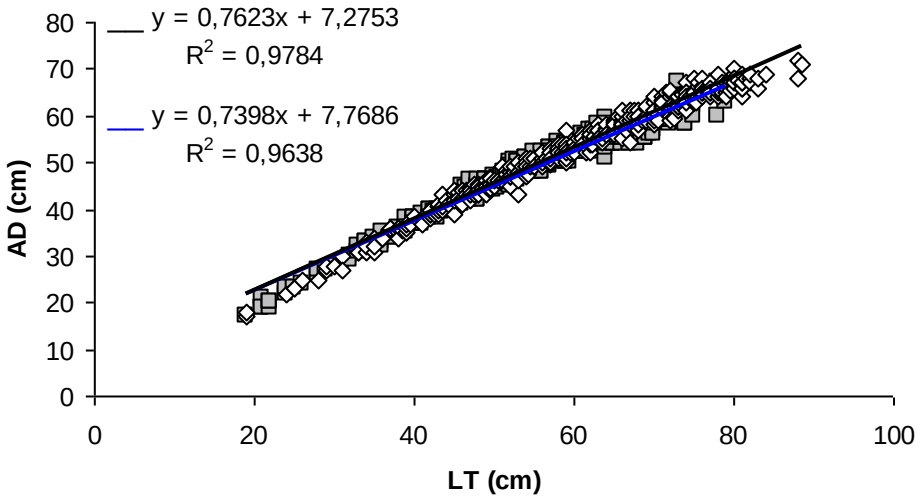


Figura 9. *Atlantoraja platana*. Relación LT-AD para hembras (◊; línea de tendencia negra) (*n*= 426) y machos (■; línea de tendencia azul) (*n*= 433).

DISCUSIÓN

Las medidas y pesos de los peces son utilizados para caracterizar el crecimiento, la maduración sexual, el tamaño máximo, la estructura poblacional y como complemento, para la identificación específica y la diferenciación entre sexos de una especie (Francis 2006).

En relación al dimorfismo sexual se puede hacer referencia a medidas individuales o relaciones entre medidas morfométricas. Con respecto al LT, Walmsley-Hart *et al.* (1999) consideran que la diferencia entre sexos es un rasgo común en especies de *Raja*, siendo las hembras quienes alcanzan longitudes totales mayores que los machos. Este patrón fue observado para *A. platana*, en el Golfo San Matías, en el presente trabajo, y en el sur de Brasil (Marçal 2003).

El dimorfismo sexual respecto al LT máximo de la familia Rajidae en la Plataforma Continental Argentina no tiene un patrón constante. Esta relación no puede ser considerada una generalización para la familia mencionada ya que hembras mayores que los machos fueron observadas en S*ympterygia bonapartii* (Mabragaña *et al.* 2002), *Dipturus chilensis*, *Bathyraja macloviana* y *B. magellanica* (Sánchez y Mabragaña 2002) en *Psammobatis extenta* (Martins *et al.* 2005) y *P. lentiginosa* (Mabragaña 2007); machos mayores que las hembras en *P. normani* (Sánchez & Mabragaña 2002, Mabragaña & Cousseau 2004, Mabragaña 2007) *P. bergi* (San Martín *et al.* 2005, Mabragaña 2007) y *P. rudis* (Sánchez & Mabragaña 2002, Mabragaña 2007). Se observan casos donde la misma especie, *P. extenta* presenta distintos patrones, sin diferencias entre los sexos (Braccini & Chiaramonte 2002a) y con machos más grandes que las hembras (Mabragaña 2007). Ebert (2005) en el Mar de Bering encuentra los tres patrones en varias especies del género *Bathyraja: B. interrupta*, *B. minispinosa*, *B. taranetzi* y *B. parmifera* sin diferencias entre sexos, *B. lindbergi*, *B. maculata* y *B. trachura* con machos más grandes y *B. aleutica* con hembras más grandes. Una posible explicación podría estar relacionada con las características morfológicas de este grupo. La mayoría de las especies de la familia son morfológicamente conservativas. Sin embargo existen géneros que son considerados polimórficos como *Psammobatis* y *Bathyraja* (McEachran & Dunn 1998) en los que fue posible observar los tres tipos de relaciones descriptas (Ebert 2005).

Respecto a las relaciones morfométricas de LT-PT y LT-AD, Hubbs & Ishiyama (1968) consideran que es común que existan diferencias entre los sexos cuando se relacionan esas variables. En los individuos analizados de *A. platana* del Golfo San Matías se observaron diferencias en la relación LT-PT de machos y hembras al igual que lo observado por Oddone & Amorim (2007) en las tres especies de *Atlantoraja* en el sur de Brasil: *A. platana*, *A. castelnaui* y *A. cyclophora*. Asimismo Colonello (2009) observa esas diferencias en *A. castelnaui* del Distrito Bonaerense, y otros autores en distintas especies de rayas del Atlántico Sudoccidental como: *P. extenta* (Braccini &

Chiaramonte 2002b, Martins *et al.* 2005), *S. bonapartii* (Mabragaña *et al.* 2002), *P. normani* (Mabragaña & Cousseau 2004) *P. bergi* (San Martín *et al.* 2005), *Bathyraja albomaculata* (Ruocco *et al.* 2006) y *Rioraja agassizi* (Colonello *et al.* 2007a, Colonello 2009).

En el Golfo San Matías *A. platana* mostró un crecimiento alométrico negativo para ambos sexos. En cambio para *A. platana* del sur de Brasil Oddone & Amorim (2007) describen una relación LT-PT alométrica positiva para machos (b> 3) y una relación isométrica (b= 3) para hembras. Estas diferencias podrían ser explicadas por la baja representatividad de los individuos de talla comercial muestreados en el sur de Brasil.

La relación LT-AD es coincidente con lo observado para los ejemplares inmaduros o juveniles de la misma especie en el sur y sureste de Brasil (Oddone & Amorim 2007), pero no para los adultos. En el Golfo San Matías las hembras adultas presentan para una misma talla, el ancho de disco más grande que los machos. Oddone & Amorim (2007) plantean que en *A. platana* no existen difrencias en la relación LT-AD, mientras que en *A. castelnaui* las hembras son ligeramente más anchas que los machos, a excepción de neonatos y juveniles, similar a lo observado en *A. cyclophora* donde los machos son más anchos que las hembras hasta una cierta longitud, superada ésta las hembras son más anchas. La diferencia entre los adultos en la relación LT-AD podría estar relacionada con el largo total máximo de las hembras del Golfo San Matías que superan en 10 cm de largo total a los machos, siendo menores las diferencias encontradas entre ambos sexos por Oddone & Amorim (2007) y Marçal (2003) para el sur y sureste de Brasil. Es importante destacar que aunque el rango de tallas analizado fue completo las muestras utilizadas para caracterizar las tres *Atlantorajas* por Oddone y Amorim (2007) provienen de la flota pesquera comercial, ellos suponen que las muestras están sesgadas por problemas asociados al modo de obtención de las mismas, ya que los pescadores previamente separan los ejemplares más grandes con destino a la comercialización. Colonello (2009) encuentra en el Distrito Bonaerense que *A. castelnaui* presenta diferencias en esta relación siendo las hembras más anchas que los machos.

Si existen ventajas ecológicas o cuestiones relacionadas al comportamiento en el dimorfismo sexual en la relación entre el ancho del disco y el LT, es una cuestión aún no explicada y como sostienen Ebert *et al.* (2008a) probablemente se necesiten

investigaciones adicionales para aportar datos que puedan explicar las causas de los diversos patrones encontrados en la familia Rajidae.

En este trabajo las relaciones LT-PT y LT-AD obtenidas para *A. platana*, pueden ser utilizadas como herramientas auxiliares, en la identificación de los individuos, en caso en que no se disponga del largo total o que se quiera calcular el peso de un ejemplar de talla conocida.

A su vez estas relaciones permiten plantear la hipótesis de la existencia de dos núcleos demográficos bien delimitados de la especie en el Atlántico Sudoccidental: el del Sureste de Brasil y el del Golfo San Matías. Otros datos que soportan esta hipótesis serían los registros de distribución (Sadowsky & Menni 1974, Vooren 1998, Menni & Stehmann 2000, Cousseau *et al.* 2000, Sánchez & Mabragaña 2002, Marçal 2003, Casarini 2006, Cousseau *et al.* 2007, Oddone & Amorim 2007, 2008), abundancia y frecuencia de ocurrencia (Oddone & Amorim 2007, Hozbor & Massa 2008, Estalles *et al.* 2011) y la particularidad topográfica del Golfo San Matías, considerado una cuenca semicerrada (Piola & Scasso 1988, Piola & Rivas 1997).

CAPÍTULO 2

DISTRIBUCIÓN, ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ABUNDANCIA DE *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) DEL GOLFO SAN MATIAS

INTRODUCCIÓN

Los peces batoideos son cosmopolitas, habitan principalmente ambientes marinos, aunque es común encontrarlos en aguas salobres de las bocas de ríos y lagunas y aún, en agua dulce. Pueden hallarse en aguas costeras muy someras y hasta los 3000 m de profundidad (McEachran & Notarbartolo di Sciara 1995). Esta distribución es característica de la familia Rajidae que tiene representantes en todas las latitudes y profundidades, pero es rara en aguas tropicales someras y en arrecifes coralinos. El resto de las familias de batoideos están más o menos restringidas a áreas tropicales y templado-cálidas, con muy pocas excepciones, a las plataformas continentales (McEachran & Notarbartolo di Sciara 1995). A su vez las rayas han revelado un alto grado de endemismo, y muchas especies tienen distribuciones regionales localizadas (Ebert & Bizarro 2007).

Desde el punto de vista zoogeográfico, los peces marinos de la Argentina, en general, están relacionados con dos provincias del Sur Atlántico Occidental, la Provincia Magallánica y la Provincia Argentina, denominaciones definidas por los rangos de temperatura, salinidad, profundidad y características ecológicas de las especies. Siendo el límite entre ambas los 42º S. La Provincia Argentina incluye una sección norte, llamado Distrito Brasilero (entre 23º S y 34º S) y otro al sur, el Distrito Bonaerense (entre 34º S y 42º S), mientras que en la Provincia Magallánica incluye al Distrito Patagónico (al sur de los 42º S) (Menni & Stehmann 2000). Estos autores, a su vez, consideran que los batoideos que habitan en la Argentina son especies Magallánicas y Bonaerenses y que *Atlantoraja platana* es un miembro de la asociación de la fauna estrictamente bonaerense, incluyéndola también dentro de los Distritos Brasilero y Patagónico. Menni *et al.* (2009) validaron el régimen zoogeográfico del Atlántico suroccidental mediante el análisis de la distribución de tiburones, rayas y quimeras e identificaron nuevas subzonas, cuatro dentro de la Provincia Magallánica y tres en la Provincia Argentina y determinaron que la profundidad y el descenso de la temperatura tienen una alta correlación con la composición específica.

Atlantoraja platana es una especie endémica del Atlántico Sudoccidental, habita desde los 22º S (Uruguay y sur de Brasil) (Sadowsky & Menni 1974, Casarini 2006) hasta los 42º S, en el Golfo San Matías (Zaro 1979). El primer registro de la especie en el Atlántico Sudoccidental correspondió a un ejemplar descrito por Günther (1880) como *Raja platana* siendo obtenido por el “Challenger” a los 35º 02' S y 55º O

(frente a Montevideo) a los 24 metros de profundidad a temperaturas de fondo entre 10,96 ºC a 23,21 ºC y salinidades entre 32,58 ‰ y 35,88 ‰ (Sadowsky & Menni 1974). En el sur de Brasil fue reportada entre los 19 y 149 m de profundidad por Sadowsky & Menni (1974) y entre los 40 y 100 m por Vooren (1998), mientras que Marçal (2003), menciona su presencia a profundidades superiores de los 231 m. Casarini (2006) la halló entre los 80 y 130 m de profundidad y Oddone & Amorim (2007, 2008) la registran entre los 20 y 120 m de profundidad. Hozbor & Massa (2008), durante campañas de investigación en la zona común de pesca Argentino Uruguaya, determinaron la presencia en los meses de invierno y primavera, no encontrándola durante el otoño, para las zonas: costera (< 50 m de profundidad) y de altura (> 50 m de profundidad), pero con bajos valores de frecuencia de ocurrencia y porcentaje en peso del total de condrictios capturados.

La presencia de *A. platana* fue confirmada y descripta para el Golfo San Matías por primera vez en 1978 con la obtención de 4 ejemplares por el buque de investigación japonés "Shinkai-Maru", extendiéndose el límite meridional de distribución de la especie en aproximadamente 7º (Zaro 1979). Si bien, Bellisio *et al.* (1979) la citan hasta los 49º S en la plataforma costera, no se ha vuelto a mencionar la presencia de *A. platana* en otros estudios más recientes sobre las rayas de la Plataforma Continental Argentina (Cousseau *et al.* 2000, Sánchez & Mabragaña 2002, Cousseau *et al.* 2007).

En el Golfo San Matías *A. platana* presenta una ocurrencia permanente durante todo el año y dentro del conjunto rayas es una de las más desembarcada (Perier *et al.* 2003, Estalles *et al.* 2011).

Este capítulo tiene como objetivo analizar la distribución de la especie, caracterizar la estructura poblacional y estimar la abundancia relativa de la misma en el ámbito geográfico del Golfo San Matías.

AREA DE ESTUDIO

Golfo San Matías

El Golfo San Matías es el más extenso de los golfos norpatagónicos (Piola & Scasso 1988), ubicándose entre los 40°47' y 42°13' S y entre los 63°05' y 65°10' O,

siendo el segundo más grande en la Argentina con una superficie de aproximadamente 19.700 km² después del Golfo San Jorge (Galiardini & Rivas 2004, Mazio & Vara 1983). La topografía del fondo es una característica particular: hacia el este se encuentra la plataforma continental con profundidades del orden de los 80 m mientras que en el centro las profundidades superan los 200 m. Teniendo el 55% de la superficie del golfo una profundidad mayor a 100 m (Piola & Scasso 1988). El Golfo San Matías es una cuenca semicerrada, en la cual la geometría de la boca restringe el intercambio con el mar abierto y sus aguas son influenciadas por un intercambio forzado con la atmósfera (Piola & Rivas 1997).

La circulación de las masas de agua en el golfo presenta otro patrón particular: según Piola & Scasso (1988) las aguas ingresan por la zona sur de la boca del golfo dentro del mismo se verifica un giro ciclónico de unos 70 km de diámetro y luego de intervenir en el giro el agua sale por el norte. El modelo Cox/CIMA aplicado en los golfos norpatagónicos, forzado con el viento de estaciones meteorológicas costeras y los flujos de calor y sal (Beier & Akaprahamyan 1991) también muestra que la circulación en el Golfo San Matías está determinada por dos giros, uno ciclónico al norte y otro anticiclónico al sur. Estos giros inducen el ingreso de agua más fría y menos salina por el sur y el egreso de agua más cálida y salina por el norte (Piola & Rivas 1997).

En las inmediaciones de los 41° 50' S, durante octubre a marzo, se observa en el Golfo San Matías la presencia de un frente termohalino (Piola & Scasso 1988, Gagliardini & Rivas 2004), que divide al golfo en dos sectores con masas de agua de diferentes características. El sector norte presenta mayor salinidad, temperatura y menor productividad primaria que el sector sur (Carreto *et al.* 1974, Piola & Scasso 1988, Perier & Di Giacomo 2002, Gagliardini & Rivas 2004, Williams *et al.* 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

Número de individuos, origen y procedencia de las muestras

Se analizaron 1510 individuos de *Atlantoraja platana* de los cuales 787 fueron hembras y 723 machos. Las muestras provinieron de tres fuentes distintas: a) Muestreos

de desembarques en plantas pesqueras, b) Muestreos obtenidos por los observadores a bordo y c) Campañas de Investigación Pesquera (Tabla I).

Tabla I. Fechas y fuente de obtención de las muestras en los años 2004-2005-2006.

Desembarques	♀	♂	**Proporción**	**Observ. a Bordo**	♀	♂	**Proporción**	**Camp. de Invest.**	♀	♂	**Proporción**
29/01/2004	66	63	1.02:1								
17/02/2004	30	36	1:1.09								
30/03/2004	6	1	1.71:1 **no sig.**								
26/04/2004	19	23	1:1.10								
29/06/2004	32	34	1:1.03								
31/07/2004	29	21	1.16:1								
31/08/2004	10	6	1.25:1								
17/09/2004	28	17	1.24:1								
								30/10/04 - 06/11/04	68	71	1:1.02
15/12/2004	15	19	1:1.12								
27/01/2005	13	16	1:1.10								
28/02/2005	22	32	1:1.19								
				22/03/2005	40	36	1.05:1				
				29/04/2005	6	11	1:1.29				
30/05/2005	2	12	1:1.71 **sig.**								
30/06/2005	20	20	1:1								
30/07/2005	17	15	1.06:1								
31/08/2005	17	15	1.06:1								
22 y 26-09-05	16	24	1:1.20								
26/10/2005	21	21	1:1								
								30/11/05 – 03/12/05	65	44	1.19:1 **sig.**
20/03/2006	24	15	1.23:1								
19/04/2006	27	22	1.10:1								
15/05/2006	37	35	1.03:1								
								27/10/06 – 02/11/06	157	114	1.16:1 **sig.**

- **Muestreos de desembarques en plantas pesqueras:**

Mensualmente y de forma aleatoria se obtuvieron ejemplares provenientes de las capturas desembarcadas en los puertos de San Antonio Oeste y San Antonio Este, de las flotas pesqueras de arrastre y artesanal que operan en el Golfo San Matías en un rango de profundidad que varió entre los 49 y 165 m. Las muestras fueron obtenidas directamente de las distintas plantas pesqueras radicadas en la localidad de San Antonio Oeste (Alpesca S.A., Marítima San José y Río Negro Pesquera). Una vez desembarcada la captura se seleccionaron del conjunto de rayas entre 4 y 5 cajones de *A. platana*, que posteriormente fueron llevadas al laboratorio para los análisis biológicos específicos (reproducción, estructura de tallas, alimentación y edad).

- **Muestreos obtenidos por los observadores a bordo:**

En forma complementaria se obtuvo material de muestreos a bordo por medio del embarque de personal técnico especializado (observadores a bordo) en viajes comerciales. Los mismos colectaron ejemplares mediante una selección al azar después de la realización de cada uno de los lances de pesca. Debido a la falta de continuidad del programa de observadores no se pudo realizar un seguimiento mensual, con esta modalidad, de las capturas realizadas por la flota pesquera.

- **Campañas de Investigación Pesquera:**

Para el presente trabajo se analizaron muestras de las campañas de investigación pesquera REDE IV 1995 (noviembre), REDE I 2004 (octubre-noviembre), REDE I 2005 (noviembre-diciembre) y REDE I 2006 (octubre-noviembre). Las campañas se realizaron con los siguientes Buques Pesqueros: Ilde (22,60 m de eslora y 425 HP de potencia de máquina) en el año 1995, "Chiarpesca 59" (38,30 m de eslora y 425 HP) en el 2004, "Marina Z" (25 m de eslora y 425 HP) en el 2005 y el "Viernes Santo" (29,36 m de eslora y potencia de máquina de 800 HP) durante el 2006.

En los años 1995 y 2004 el diseño de muestreo fue estratificado aleatorio. En el año 1995 se diseñaron para el área de estudio 6 estratos de muestreo con los siguientes rangos de profundidades: Estratos 1, 2 y 3 de 90 a 130 m; Estrato 4, más de 130 m y Estrato 5, de 50 a 89 m y Estrato 6 de 20 a 49 m, en esta campaña se realizaron 56 lances (Perier & Di Giácomo 2002a). Durante los años 2004 y 2005 los estratos 5 y 6 fueron agrupados en un único estrato (5) cuyo límite de profundidad fue de 20 a 89 m (Figura 1, A y B).

Durante el 2004 se efectuaron 35 lances de pesca entre los 80 y 175 m de profundidad. Para el año 2005 se realizó un diseño piloto tipo mixto (lances regulares y lances aleatorios por estrato) con 40 lances entre los 40 y 166 m de profundidad. Mientras que para el año 2006 se realizaron 43 lances, ampliándose la zona de pesca, entre los 57 y 170 m de profundidad y el diseño fue sistemático o regular (Ocampo 2006) (Figura 1 C). En todos los casos la duración del tiempo de pesca fue de 30' minutos. La red utilizada es una red de arrastre convencional de 110 pies (33,5 m) de relinga con calcetín interno con mallero de 40 mm (red colocada dentro de la red convencional, que permite la captura de peces juveniles), similar a la utilizada por la flota pesquera comercial.

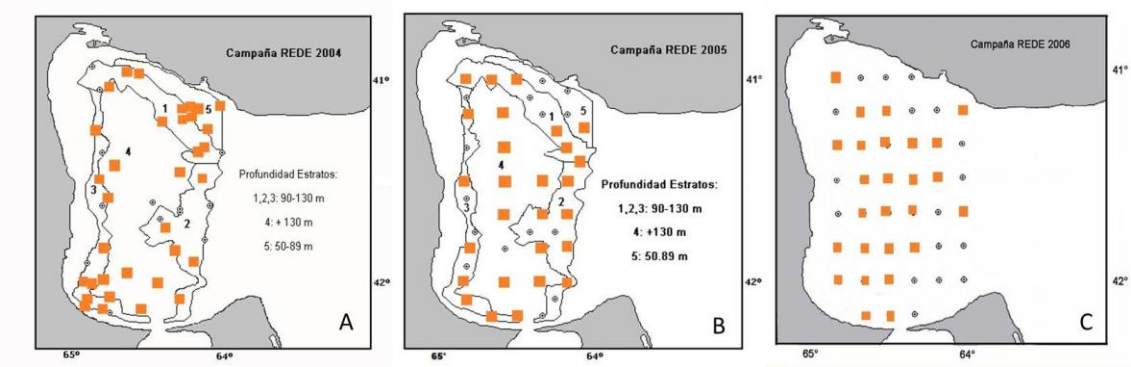


Figura 1. *Atlantoraja platana.* Diseño de los estratos y lances realizados en las Campañas de Investigación: A: REDE I 2004, B: REDE I 2005 y C: REDE I 2006. Los cuadrados color naranja representan los lances positivos con *A. platana* y los círculos grises los lances negativos.

Proporción de sexos y estructura de tallas

Para el total de los individuos del conjunto de las tres fuentes de muestreos, se planteó como hipótesis nula, una proporción de sexos de 1:1. Dicha hipótesis fue comprobada utilizando la prueba de χ^2 con corrección de Yates (Zar 1984).

Para estimar si existen diferencias en las distribuciones de las frecuencias de tallas entre machos y hembras se utilizó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov (Sokal & Rohlf 1987) para datos continuos y número de individuos por muestra desiguales. La significancia (α= 0,05) del test fue contrastada con el valor de esa probabilidad mediante la siguiente formula:

$$D(\alpha, n_1+n_2)= 1{,}358 *(\sqrt{(n_1+n_2)/(n_1*n_2)})$$

Dónde: n_1= es el número total de individuos hembras y n_2= es el número total de individuos machos.

Se compararon las distribuciones de tallas entre muestreos de desembarque, campañas de investigación pesquera y muestreos provenientes de observadores a bordo tanto en hembras como en machos durante el periodo.

Se realizó además una consulta de la base de datos de las campañas de evaluación de Recursos Demersales realizadas por el Laboratorio de Recursos Ícticos del IBMPAS entre los años 1995 y 1997 (Di Giácomo & Perier 1996a, datos no publicados Informes Técnicos UE-REDE I y Proyecto especial UNCo) a los efectos de obtener registro de la captura por lance de la especie en estudio y se compararon las distribuciones de tallas del período analizado en este trabajo con datos obtenidos durante campañas de investigación y muestreos de desembarque de años anteriores. Por medio de un test de *t* se validó la hipótesis de igualdad de medias entre las longitudes totales para cada sexo de los ejemplares capturados en las campañas de investigación de los años 1995 y 2005 (Zar 1984).

La abundancia relativa de *A. platana* para cada campaña, se calculó con el número de individuos por lance y el peso de cada uno. Fue expresado como captura media por campaña en número de individuos y kg. Se aplicó una ANOVA no paramétrica (Kruskal-Wallis) para comparar los promedios de cada una.

Se determinó el tipo de disposición espacial de la población mediante el test χ^2 (varianza en función del promedio) de acuerdo a una serie de Poisson (n>31) y se calculó la variable normal d para (v-1) grados de libertad, $d = (\sqrt{2\chi^2}) - (\sqrt{2v\text{-}1})$ según Elliot (1983).

RESULTADOS

Proporción de sexos y estructura de tallas

La proporción de sexos (♀:♂) calculado fue de 1,04:1 y no difirió significativamente del valor esperado de 1:1 (χ^2= 2,71; $\chi^2_{0,05,\ 1}$= 3,84; n= 1510, P> 0,05).

El rango de tallas observadas en el periodo de estudio para hembras fue de 19 a 89 cm de LT, mientras que en machos fue de 19 a 79 cm de LT. Las hembras presentaron una distribución polimodal donde la mayor frecuencia de individuos fue a los 76 cm de LT, siendo 57,7 cm la talla promedio (*DE*= 14,7). También se observó una estructura polimodal en la distribución de tallas para los machos encontrándose la mayor frecuencia de individuos a los 65 cm de LT, siendo el promedio de 55,6 cm

(*DE*= 12,6) (Figura 2). Al compararse las frecuencias de tallas entre los sexos durante el periodo 2004 al 2006 se evidenciaron diferencias significativas ($D_{máx}$= 0,19 y $D_{(0,05,\ 787,723)}$= 0,07; *P*< 0,05). Según análisis provenientes de las campañas de investigación pesquera, ambos sexos se encontraron distribuidos, sin segregación por tallas, en toda el área prospectada del Golfo San Matías en un rango de profundidad que varía entre los 81 y 168 m, el mayor número de ejemplares fue capturado entre los 140 y 159 m de profundidad (Figura 3 y Figura 4).

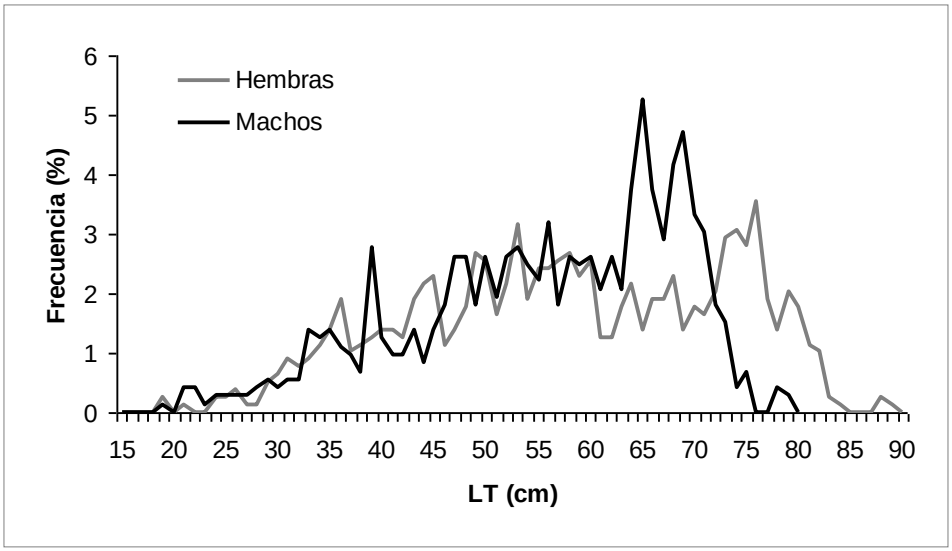


Figura 2. *Atlantoraja platana*. Distribución de frecuencia de la tallas analizadas entre los años 2004 – 2006 (Hembras; *n*= 787 y Machos; *n*= 723).

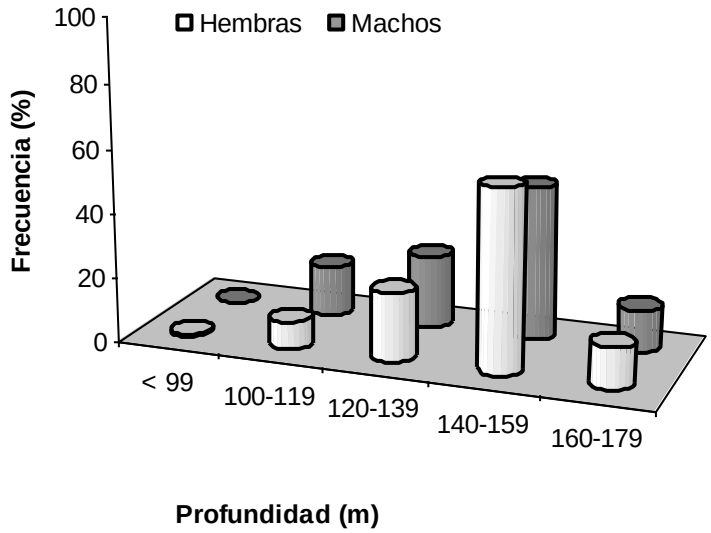


Figura 3. *Atlantoraja platana*. Distribución de frecuencias de ocurrencia en función de la profundidad durante las Campañas de Investigación REDE I (2004 al 2006), en el Golfo San Matías (Hembras: *n*= 290 y Machos: *n*= 229).

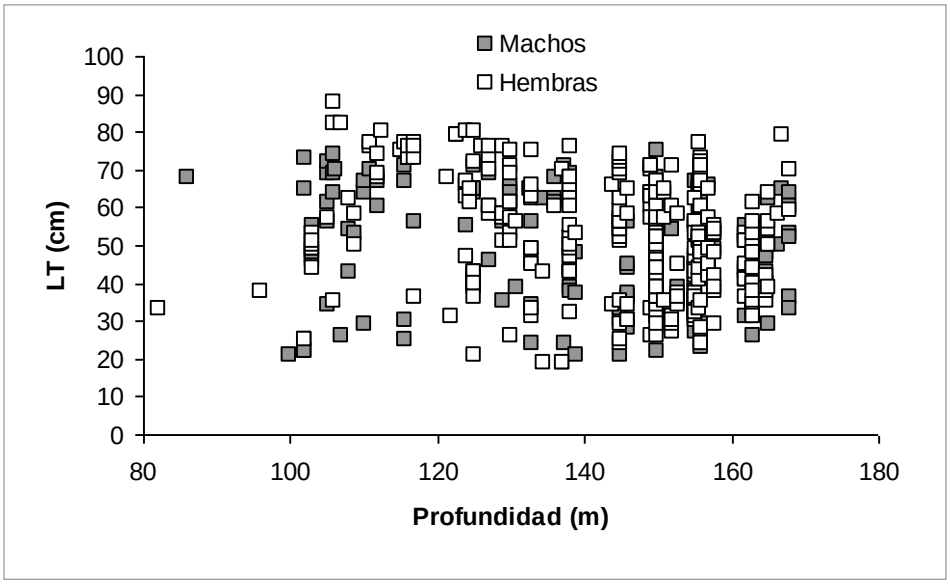


Figura 4. *Atlantoraja platana*. Relación entre la profundidad (m) y el LT (cm) a la cual fueron capturadas las rayas durante las Campañas de Investigación Pesquera (Primavera de 2004-2005 y 2006) en Hembras: *n*= 290 y Machos: *n*= 229.

Durante los muestreos de desembarque se observó que de un total de 451 hembras las tallas variaron dentro de un rango de 33 a 89 cm de LT, con un promedio de 63,27 cm (*DE*= 12,01), mientras que, en las campañas de investigación se registraron las tallas de 290 hembras entre los 19 a 88 cm de LT, con un promedio de 50,55 cm (*DE*= 15,19) y en los muestreos provenientes de observadores a bordo para 46 hembras, el rango de las tallas estuvo comprendido entre los 34 y 88 cm de LT con un valor promedio de 50,08 cm (*DE*= 13,07) (Figura 5).

En el caso de los machos los muestreos de desembarque arrojaron para un total de 447 ejemplares un rango de tallas de 30 a 79 cm de LT, con un promedio de 60,02 cm (*DE*= 9,38), en 228 individuos analizados en las campañas de investigación, las longitudes variaron entre 19 y 75 cm de LT, siendo el promedio de 48,34 (*DE*= 14,22) y para 47 machos obtenido por los observadores a bordo las tallas estuvieron dentro de los 29 y 72 cm de LT con un promedio de 48,27 (*DE*= 11,85) (Figura 6).

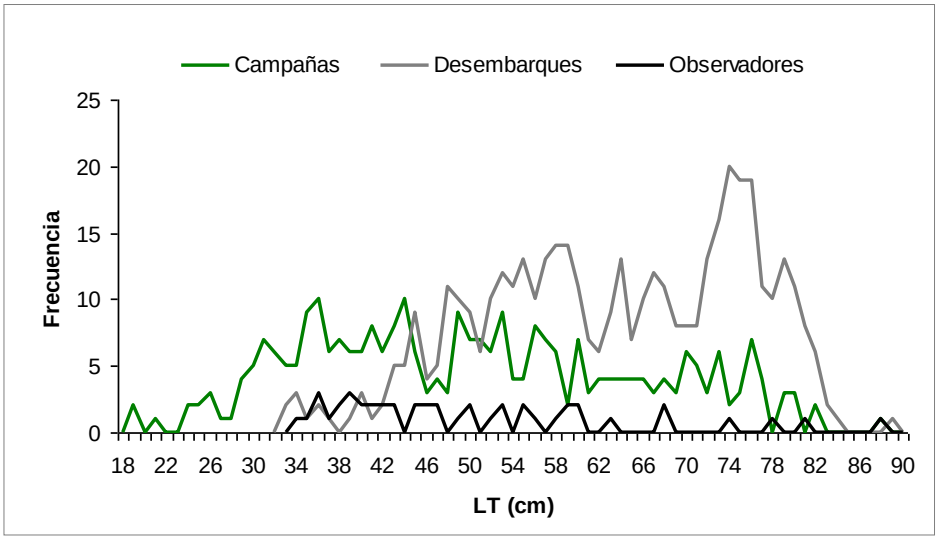


Figura 5. *Atlantoraja platana*. Frecuencia de tallas de las hembras obtenidas en muestreos de Campañas de investigación pesquera (*n*= 290), Desembarque (*n*= 451) y Observadores a bordo (*n*= 46), durante los años 2004 al 2006.

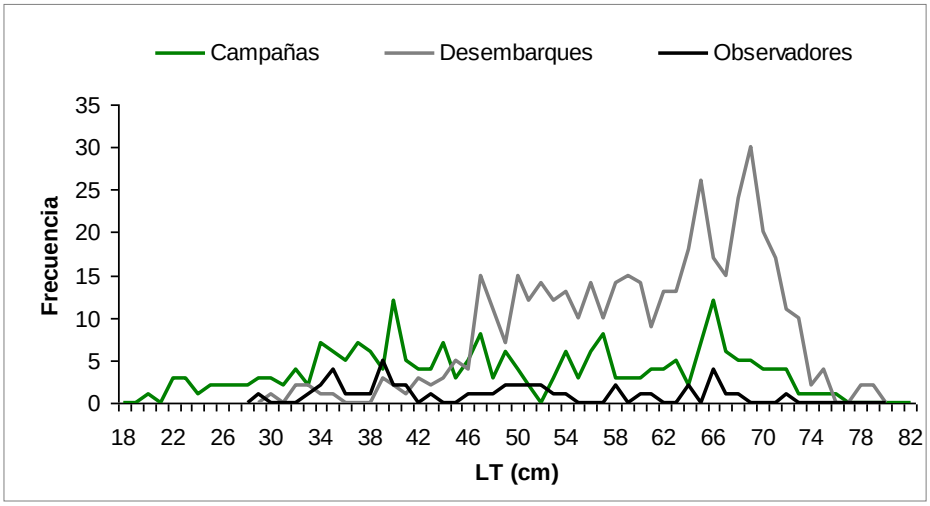


Figura 6. *Atlantoraja platana*. Frecuencia de tallas de los machos obtenidas en muestreos de Campañas de investigación pesquera (*n*= 228), Desembarque (*n*= 447) y Observadores a bordo (*n*= 47), durante los años 2004 al 2006.

Del análisis del registro de tallas de la serie histórica de datos tomados durante campañas de investigación y muestreos de desembarque (1995-1996 y 1997), no se observaron diferencias significativas en la proporción de sexos (χ^2= 0,45; $\chi^2_{0,05,1}$= 3,84; *n*= 224 *P*> 0,05). La talla promedio en hembras fue de 57,27 cm de LT (*DE*= 18,75) observándose las mayores frecuencias en 41 y 78 cm de LT. Para los machos la talla media correspondió a 57,30 cm (*DE*= 16,25) con una mayor frecuencia a los 69 y 72 cm de la longitud total. Este periodo permitió observar las mayores longitudes registradas para la especie en el Atlántico Sudoccidental, con 91 cm de LT en hembras y de 81 cm de LT en machos. Existieron diferencias significativas en la distribución de frecuencia de tallas entre machos y hembras ($D_{máx}$= 0,20 y $D_{(0,05,117,107)}$= 0,18; *P*< 0,05), para las tallas observadas en este periodo (Figura 7). Se encontraron diferencias significativas entre las tallas promedios de las distribuciones de frecuencia cuando se compararon entre los años 1995 y 2005 para ambos sexos ($D_{máx}$= 0,23 y $D_{(0,05,109,72)}$= 0,20; *P*< 0,05 (Figura 8).

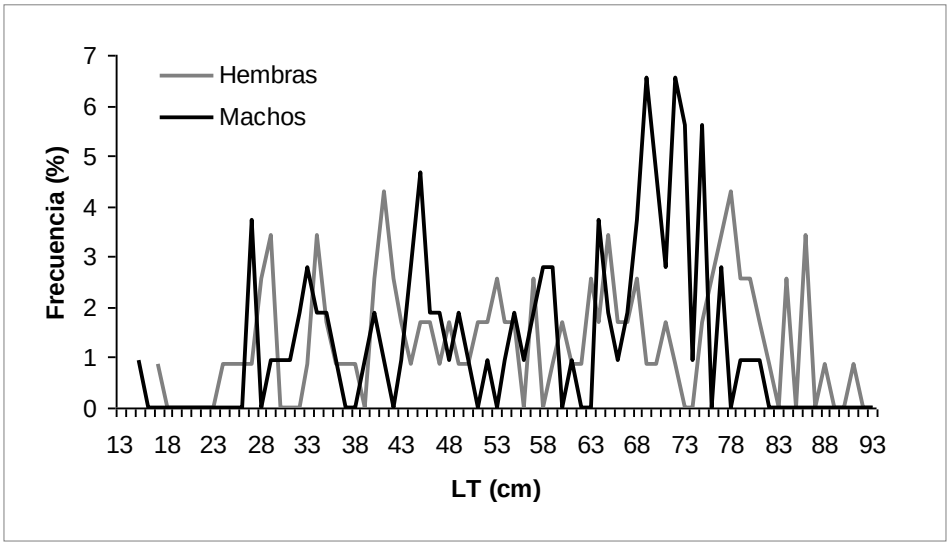


Figura 7. *Atlantoraja platana*. Campañas de Investigación Rede IV 1995 – Rede I y II 1996 – Rede I 1997 y muestreos de desembarques Octubre – Diciembre 1997. Distribución de frecuencia de tallas (Hembras; *n*= 117 y Machos; *n*= 107).

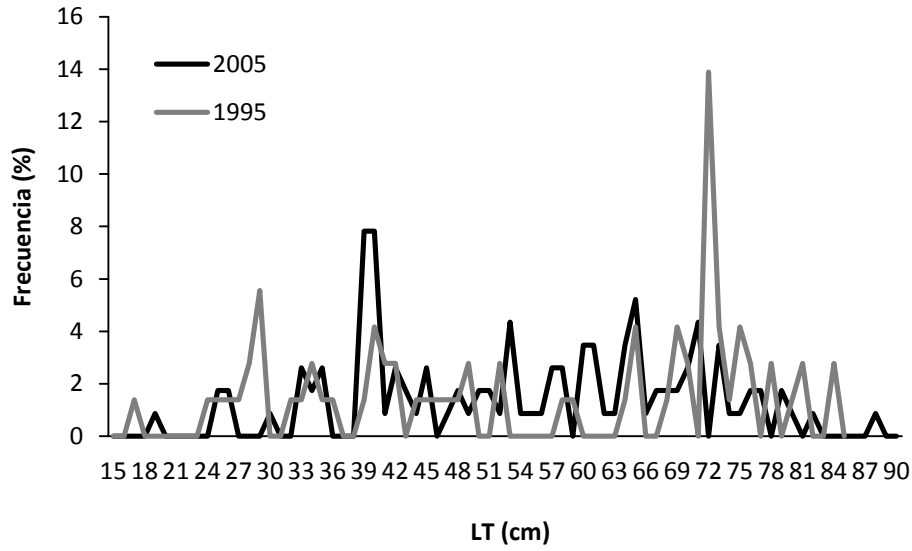


Figura 8. *Atlantoraja platana*. Comparación entre Campañas de Investigación Rede IV 1995 – Rede I 2005. Distribución de frecuencia de tallas de ambos sexos. (2005, *n*= 109) y (1995, *n*= 72).

Abundancia relativa

Las campañas de investigación fueron realizadas siempre en primavera y de las mismas surge que en el año 2004 la captura media fue de 4,80 kg (*DE*= 2,81) con un total de 34 lances; durante el año 2005 se incrementa el número de lances a 40, pero se observa una leve disminución en el promedio de 3,51 kg (*DE*= 2,89), mientras que en el año 2006 se observa una captura media de 4,48 kg (*DE*= 3,81), y se registraron 43 lances (Figura 9). No se encontraron diferencias significativas entre los valores medios de las campañas (*KW*= 0,95 *P*< 0,05).

Un total de 139 individuos fueron capturados durante la campaña 2004, mientras que 109 individuos se capturaron en el año 2005 y 271 individuos durante el 2006. El número medio de individuos por campaña fue de: 4,03 (*DE*= 3,20, *V*= 9,91) para el año 2004, de 2,79 (*DE*= 3,82, *V*= 14,27) en el 2005 y de 7,27 (*DE*= 13,48, *V*=176,85) para el 2006 (Figura 10). No se encontraron diferencias significativas entre campañas (*KW*= 4,66 *P*< 0,05). En el año 2004 el estrato 2 fue el que presentó el mayor número de individuos, con un promedio de 6,25 (*DE*= 2,99), en el año 2005 en el estrato 4 se capturó en promedio 5,11 individuos (*DE*= 4,88) siendo el más abundante, y durante el año 2006 la captura media más alta se verificó en la zona que representa al estrato 4 en las campañas anteriores (*DE*= 18,14).

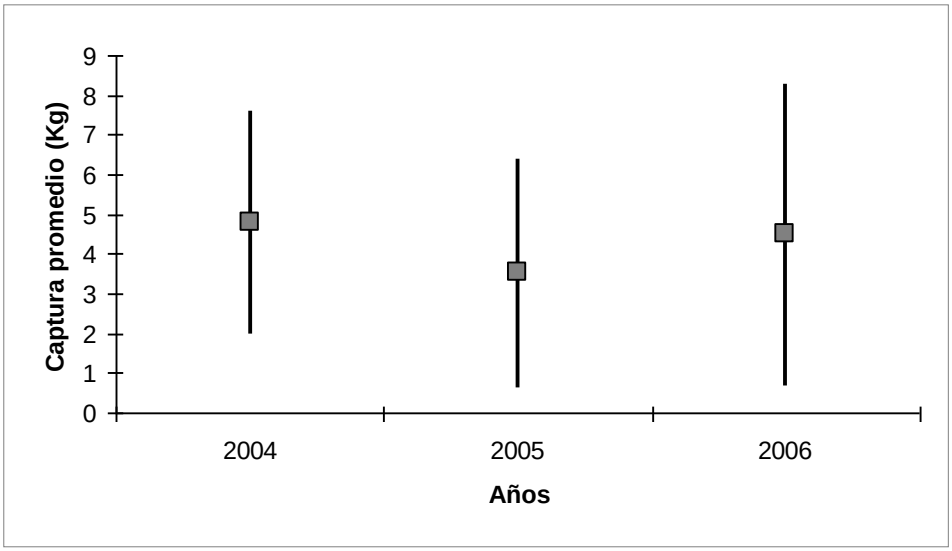


Figura 9. *Atlantoraja platana*. Captura media en (kg) (± 1 *DE*) para cada campaña de investigación: REDE I 2004, REDE I 2005 y REDE 2006.

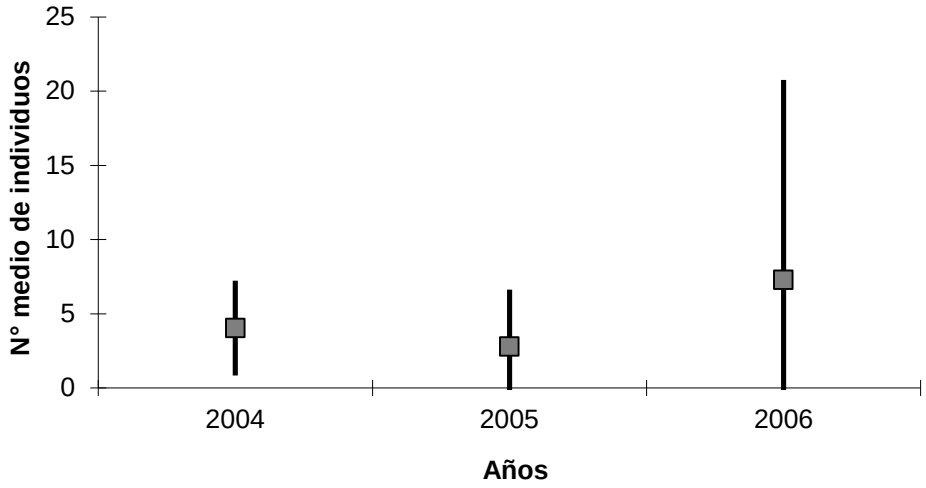


Figura 10. *Atlantoraja platana*. Número promedio de individuos (± 1 *DE*) para cada campaña de investigación: REDE I 2004, REDE I 2005 y REDE 2006.

Disposición espacial

A partir de las campañas de investigación pesquera y mediante el análisis de la relación de la varianza en función del promedio de la población surge que la disposición espacial de *A. platana* fue contagiosa o agregada ($\sigma^2 > \mu$, $P < 0,05$), siendo los valores de ($\chi^2 = 334,5$ y $d = 9,3$) para el año 2004, de ($\chi^2 = 549,6$ y $d = 18,6$) en el año 2005 y de ($\chi^2 = 6670,7$ y $d = 92,7$) en el 2006.

DISCUSIÓN

Durante el desarrollo de este trabajo y por medio de datos obtenidos de campañas de investigación pesquera, se pudo establecer la presencia de *A. platana* en toda el área prospecatada del Golfo San Matías, siendo la posición 42º 11' S: 64º 34' O, el registro más austral hasta la fecha para la especie.

Si bien las capturas llevadas a cabo por la flota pesquera de arrastre se realizan en un rango de 49 a 165 m de profundidad, no se puede establecer con precisión de

dónde provienen los ejemplares de *A. platana*. Recién en el año 2010 comienza la discriminación por especie del conjunto de rayas registradas en los partes de pesca.

Un análisis del registro de tallas de la serie histórica de datos (1995-1996 y 1997) permitió observar las mayores longitudes registradas para la especie en el Atlántico Sudoccidental en ambos sexos, superando a las encontradas por otros autores en aguas brasileras (Marçal 2003, Casarini 2006, Oddone & Amorim 2007, 2008). Estos últimos obtuvieron las mínimas tallas registradas para la especie, tanto en hembras como en machos.

Durante las campañas de investigación pesquera realizadas en el Golfo San Matías, se obtuvieron tallas inferiores a las registradas en los muestreos de desembarque de la flota pesquera y de los observadores a bordo. Esto puede ser explicado, en el caso de los muestreos de los desembarques, por el descarte de ejemplares de talla no comercializable efectuada por los pescadores a bordo. En el caso de los datos de observadores a bordo, la selección de muestras la realizan los observadores con la ayuda de los pescadores con lo cual es esperable un efecto de sesgo similar. La representatividad de los individuos juveniles en las campañas de investigación puede estar incrementada debido a la utilización de un sobrecopo. Oddone & Vooren (2004) plantearon para *A. cyclophora* la posibilidad de que los juveniles fueran inactivos y que se enterraron en el sedimento, evitando así ser capturados por la red de arrastre y que los neonatos también pudieron escapar a la porción anterior de la red. En este estudio, este argumento fue descartado por el registro de juveniles efectuado durante los muestreos realizados en las campañas de investigación pesquera.

Braccini and Chiaramonte (2002a) mencionan para *P. extenta* que la escasez de tallas pequeñas puede deberse a que los juveniles viven fuera del área de pesca o también debido a la selectividad del arte de pesca. Esta posibilidad no pudo ser corroborada debido a las profundidades mínimas de operación de las embarcaciones con red de arrastre durante las campañas de investigación pesquera y los viajes de pesca comercial.

Si bien las rayas fueron capturadas y descartadas en su totalidad, desde el inicio de la pesquería, en el año 1996 se inicia la comercialización de las mismas en la región y, por lo tanto, el aumento de la presión pesquera sobre este recurso podría explicar las diferencias observadas entre las estructuras de tallas de machos y hembras entre 1995 y 2005.

Sin embargo, las diferencias entre las tallas de los ejemplares del sur de Brasil y del Golfo San Matías podrían deberse a la ubicación geográfica en que se encuentran, las condiciones ambientales y oceanográficas diferentes de ambas zonas. Este patrón fue observado para varias especies de teleósteos y cuatro especies de tiburones, cuando las especies cubrían un área geográfica amplia, el incremento en la longitud del cuerpo se correlacionó con un incremento en la latitud (Lombardi-Carlson *et al.* 2003). Colonello *et al.* (2007b) plantean para el pez ángel (*Squatina guggenheim*) la hipótesis de que el incremento de talla a mayor latitud le permite a los individuos tener más reservas energéticas en la estación de menor disponibilidad de recursos.

Del conjunto de individuos analizados no se encontró segregación de sexos, existió una marcada predominancia de juveniles tanto de hembras como de machos, y se observó durante la primavera una disposición espacial agregada. La realización de campañas de investigación pesquera que cubran toda el área de estudio en el resto de las estaciones, permitirá definir si este patrón se mantiene durante el año. Casos similares sin segregación sexual han sido documentados para *A. platana* (Marçal 2003), *A. cyclophora* y *A. castelnaui* (Oddone & Voreen 2004, Oddone & Amorim 2007) para aguas brasileñas del sur.

La distribución y abundancia de la población de *A. platana* nos permitirá incorporar un nuevo elemento para interpretar el funcionamiento e interacción de las especies que conforman este ecosistema. Será necesario, en un futuro, realizar campañas de investigación dirigidas a estimar la biomasa de los peces cartilaginosos, incorporando la información analizada en este trabajo y los datos de abundancia relativa, como datos preliminares para definir un diseño de muestreo acorde a la disposición espacial de las diferentes especies.

CAPÍTULO 3

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) DEL GOLFO SAN MATÍAS

INTRODUCCIÓN

El modo reproductivo de los condrictios es ampliamente reconocido por sus variadas estrategias, es así que se han dividido en dos categorias básicas: viviparismo y oviparismo. Las especies vivíparas desarrollan los embriones dentro del aparato reproductor de la hembra (úteros) hasta su nacimiento y en las ovíparas se da fuera del mismo (Hamlett & Koob 1999, Musick & Ellis 2005). A su vez las especies vivíparas se clasifican en lecitotróficas: el desarrollo embrionario depende únicamente de las reservas de vitelo y en matrotróficas: una parte del desarrollo embrionario es sostenido por un aporte adicional de nutrientes por parte de la hembra (Compagno 1990).

Los estudios realizados sobre Rajidae a nivel mundial comprenden un amplio espectro de temas relacionados a la reproducción. Los mismos incluyen aspectos de la estructura y funcionalidad de los órganos (Wourms 1977, McEachran 1984, Hamlett 1999, Hamlett & Koob 1999, Lacy 2005, Walker 2005), estudios histológicos (Holden 1975, Engel & Callard 2005, Jones *et al.* 2005, Lacy 2005), evolución reproductiva y filogenia (McEachran & Dunn 1998, Hamlett 2005, Jamieson 2005, Musick & Ellis 2005), caracterización de los ciclos reproductivos (Wourms 1977, Sulikowski *et al.* 2005), estimaciones de parámetros biológicos como la talla de primera madurez (Francis *et al.* 2001, Odonne & Velasco 2004, Ebert 2005, Martins *et al.* 2005, Oddone & Vooren 2005, Oddone *et al.* 2005, 2006, 2007, Licandeo *et al.* 2006, McFarlane & King 2006, Quiroz *et al.* 2007), descripción, características y desarrollo de las cápsulas (McEachran 1970, Holden *et al.* 1971, Templeman 1982, Koob & Cox 1993, Gomez & Carvalho 1995, Oddone & Vooren 2002, Oddone *et al.* 2004, 2008a,b Ebert & Davis 2007) y comportamiento de cortejo y cópula de los condrictios (Luer & Gilbert 1985, Pratt & Carrier 2005).

En la Plataforma Continental Argentina también se han llevado a cabo investigaciones sobre varios aspectos de la biología reproductiva de la familia Rajidae (Braccini & Chiaramonte 2002a,b, Mabragaña *et al.* 2002, Sánchez & Mabragaña 2002, Mabragaña & Cousseau 2004, San Martín *et al.* 2005, Ruocco *et al.* 2006, Colonello *et al.* 2007, Colonello 2009), sobre variaciones en la morfología externa (Braccini & Chiaramonte 2002c), ubicación de áreas de puesta y/o de cría (Mabragaña *et al.* 2002) y una clave de identificación de cápsulas de condrictios donde se incluye a las rayas del Mar Argentino (Mabragaña *et al.* 2009). No existen antecedentes de investigación sobre las características reproductivas de *Atlantoraja platana*.

El presente capítulo analiza distintos aspectos de la biología reproductiva de *A. platana* del Golfo San Matías. Se describen para ambos sexos la morfología del aparato reproductor, el ciclo reproductivo, las tallas de primera madurez sexual, la producción de cápsulas, el desarrollo de las espinas alares y la proporción de sexos en los distintos estados de madurez.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 450 hembras y 434 machos de *Atlantoraja platana* para los estudios de biología reproductiva, mientras que 670 hembras y 637 machos fueron considerados para los análisis de proporción de sexos. El material examinado para este trabajo proveniente del Golfo San Matías (41º- 42º S y 64º- 65º O), fue colectado durante muestreos mensuales de las capturas desembarcadas por los barcos pesqueros de la flota local (muestreos de desembarque) entre los meses de enero-abril, junio-septiembre y diciembre de 2004, enero, febrero, mayo-octubre de 2005 y entre marzo-mayo de 2006; muestras extraídas a bordo de las embarcaciones pesqueras por el programa de observadores a bordo (marzo-abril de 2005); y durante la realización de campañas de investigación pesquera (REDE I 2004, octubre-noviembre; REDE I 2005, noviembre-diciembre; y REDE 2006, octubre-noviembre). Con los datos obtenidos durante el período mencionado se consideró un año sintético para los análisis que se describen a continuación con el fin de incrementar el número de individuos analizados para cada mes. Esta metodología ha sido considerada adecuada para el análisis de ciclos repdocutivos en condrictios (Di Giácomo & Perier 1994).

El trabajo de laboratorio consistió en el registro de las siguientes medidas de cada ejemplar, el largo total (LT) al cm inferior tomada desde el comienzo del hocico hasta el fin de la aleta caudal. En machos se midió el largo de los mixopterigios o claspers (LM), medida desde el extremo cloaca al extremo del mismo, y se determinó y registró el grado de calcificación. Se obtuvieron los siguientes pesos: peso total (PT) en ambos sexos, en machos: peso de los testículos (PG) y peso de los espermiductos (PEp) y en hembras: peso de los ovarios (PG) y peso de las glándulas nidamentarias (PGN). Se utilizó una balanza electrónica con una precisión de 0,01 g. Además, se registró el número de los ovocitos maduros e inmaduros y la presencia de cápsulas, total o parcialmente formadas en el útero, calculándose el porcentaje en ambos casos. Con un

calibre de 0,1 mm de precisión se tomaron las siguientes medidas: el diámetro de los ovocitos maduros, el ancho de las glándulas nidamentales (izquierda y derecha), y el largo, el ancho y el espesor del cuerpo de las cápsulas que pudieron medirse, para estas últimas se siguió lo planteado por Gómez & Carvalho (1995).

Para identificar los estadios reproductivos en ambos sexos se utilizó y adaptó la escala de maduración macroscópica propuesta por Stehmann (2002) para rayas, tiburones y quimeras. Se identificaron tanto en las hembras como en los machos tres estadios reproductivos: a) inmaduros, b) en maduración y c) maduros.

Se consideraron hembras *inmaduras* a las que presentaron ovarios pequeños con su estructura interna de aspecto gelatinoso o granular. Los ovocitos no están diferenciados o son uniformemente pequeños. Las glándulas nidamentales son apenas un ensanchamiento de los oviductos que se visualizan como hilos.

En *maduración*, los ovarios se encuentran un tanto ensanchados, con paredes más transparentes. Los ovocitos se van diferenciando por tamaños pero son aún pequeños, menores a 10 mm y de color blanquecinos. El útero es de mayor longitud que en las hembras inmaduras y presenta un ensanchamiento en la zona posterior.

Por último las hembras *maduras*, son aquellas que presentan sus ovarios agrandados, con ovocitos mayores a 10 mm de diámetro y de color amarillo fuerte. El útero se encuentra agrandado y ensanchado en casi toda su longitud.

Los machos fueron clasificados como *inmaduros*, cuando los mixopterigios aún son pequeños, poco desarrollados y flexibles, de menor longitud que el extremo de las aletas pélvicas; los testículos son pequeños, de color blanquecino y los espermiductos tienen aspecto de filamentos rectos.

En maduración, los mixopterigios sobrepasan en longitud el borde posterior de las aletas pélvicas, pero aún no están calcificados y siguen siendo flexibles, las gónadas se encuentran alargadas y los espermiductos se encuentran contorsionados en su extremo posterior.

Los individuos *maduros* poseen sus mixopterigios totalmente calcificados, presentando articulación y rotación. Las gónadas muy ensanchadas con lóbulos espermáticos bien desarrollados y los espermiductos enteramente contorsionados y engrosados.

La igualdad en el diámetro y número de los ovocitos maduros presentes en las gónadas izquierda y derecha se validó con un test de *t*, al igual que el número de ovocitos inmaduros, el ancho medio de las glándulas nidamentales, izquierda y derecha,

como también entre las cápsulas izquierdas y derechas (Zar 1984). Se analizó por medio de una prueba F para variancia de dos muestras el ancho de las glándulas nidamentales de hembras portadoras de cápsulas y sin ellas para testear la hipótesis nula de que no existen diferncias entre las mismas (Zar 1984). La hipótesis nula de que no existen variaciones mensuales en el número y diámetro de los ovocitos maduros y en el número de ovocitos inmaduros mensuales y en el ancho promedio de las glándulas nidamentales, fue evaluada mediante un análisis de la varianza (ANOVA) (Zar 1984), para el caso de que existieran variaciones se realizó una comparación múltiple (*q*) o test de Tukey para verificar que mes o meses las presentaban (GraphPad InStat3).

Se analizó el mejor modelo de regresión para la relación entre la longitud total de las hembras maduras (con y sin cápsulas en úteros) y el ancho de las glándulas nidamentales.

En función del estadio reproductivo de las gónadas en hembras, y del grado de calcificación en los mixopterigios en machos, se clasificaron los individuos analizados para cada clase de tallas, en maduros e inmaduros y se calculó su proporción a los efectos de estimar la talla de primera madurez sexual. La misma fue definida como la talla a la cual el 50 % de la población se encuentra sexualmente madura. A tal fin se utilizó el programa FISHPARM (versión v.3.0, Pragel *et al.* 1987), empleando la función logística para la selección del LT_{50} ($P= 1/ \{1 + exp(-r[X-X50])\}$). Se calculó el porcentaje de individuos que se encontraron en los distintos estadios de madurez (inmaduros, en maduración y maduros) para ambos sexos.

A efectos de definir el ciclo reproductivo de la especie se utilizaron como indicadores indirectos de esta actividad los siguientes índices:

Indice gonadal: $IG= (PG \times 100)/ PT$.

Indice de glándula nidamentaria: $IGN= (PGN \times 100)/ PT$.

Indice de espermiducto: $IEp= (PEp \times 100)/ PT$.

Donde: PG= Peso de la gónada.

PT= Peso total.

PGN= Peso de la glándula nidamentaria.

PEp= Peso de los conductos espermáticos (constituidos por ductos eferentes, epidídimo y ductos deferentes).

Para definir el promedio mensual de los diferentes índices tanto en hembras como en machos se consideraron solamente a los ejemplares maduros. Para ambos sexos, la diferencia entre los meses fue puesta a prueba mediante un análisis de la varianza, partiendo de la hipótesis nula de que no existen variaciones en el valor de los índices entre meses (ANOVA paramétrica, $P< 0,05$) (Zar, 1984), en caso de encontrar diferencias se realizó una comparación múltiple (q) (GraphPad InStat3). Se graficaron la totalidad de los valores obtenidos de los *IG*, *IGN* y *IEp* en función de las longitudes de hembras y machos discriminados por los estadios sexuales.

En los machos, en una muestra obtenida al azar, se contaron el número de hileras y de espinas presentes y se analizó la relación entre éstas y la madurez sexual.

Se evaluó la proporción de sexos de acuerdo a las distintas fuentes de obtención de las muestras y en su conjunto, los individuos inmaduros y los en maduración fueron agrupados y considerados como inmaduros. La diferencia en la proporción de sexos entre individuos inmaduros y maduros y entre las estaciones del año se evaluó usando la prueba χ^2-test, con corrección de Yates (Zar 1984). En todos los casos se planteó la hipótesis nula de igualdad en la proporción de sexos.

RESULTADOS

Morfología del aparato reproductor femenino y masculino

El aparato reproductor femenino y masculino de *A. platana* presenta la morfología anatómica general de una raya ovípara. Las hembras presentan ovarios y oviductos, ambos son estructuras pares y funcionales. En los oviductos se pueden diferenciar cuatro regiones: un ostium anterior en forma tubular o de embudo, las glándulas nidamentales u oviducales, conectadas a un istmo y un útero posterior expandido (Figura 1) (Wourms 1977). El ovario tiene tres funciones principales, generar células germinales, acumular vitelo y sintetizar y secretar hormonas (Hamlett & Koob 1999, Walker 2005). El ostium en el extremo anterior del oviducto sirve para colectar los huevos ovulados. Desde el ostium, una porción tubular del oviducto es conducido hasta las glándulas nidamentales, estas cumplen la función de formar las cápsulas antes

de la ovulación, una vez que alcanza un tercio o la mitad de su formación el ovocito fecundado se aloja en el lumen de la misma (Figura 2), y luego se completa la formación (Figura 3); otra función es la de sintetizar y secretar albúmina, mucus y proteínas (Wourms 1977, Hamlett & Koob 1999). El istmo va desde las glándulas nidamentales hasta la región posterior del oviducto donde se forma el útero. El útero en los ovíparos solo sirve para el pasaje de las cápsulas, las cuales son rectangulares con cuernos curvos en los extremos (Figura 4). Una vez depositadas las cápsulas, los embriones siguen su desarrollo utilizando como única fuente nutritiva el vitelo del huevo que será consumido hasta encontrarse totalmente desarrollado y listo para la eclosión, momento en el cual emergen a través de una abertura transversal en el extremo de la cápsula, con las características de un adulto pero de menor tamaño.

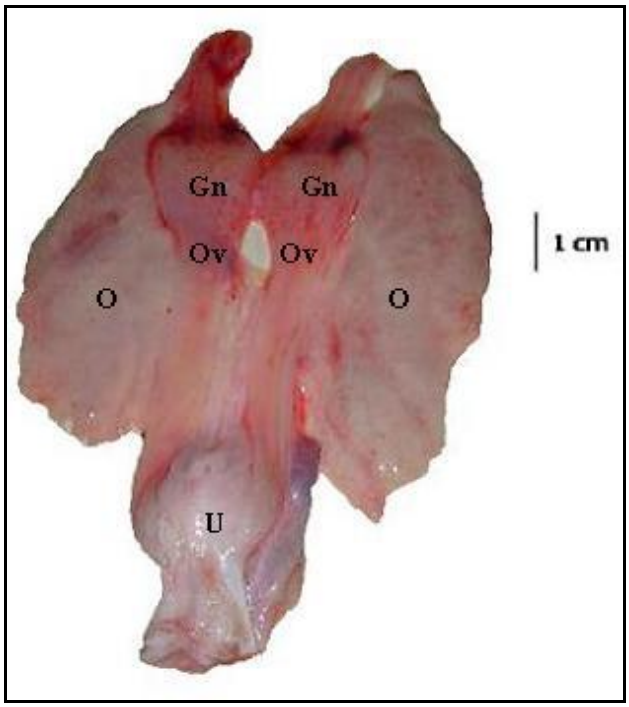


Figura 1. *Atlantoraja platana*. Sistema reproductor femenino de un ejemplar en maduración. Gn: glándula nidamental, O: ovario, Ov: oviductos, U: útero.

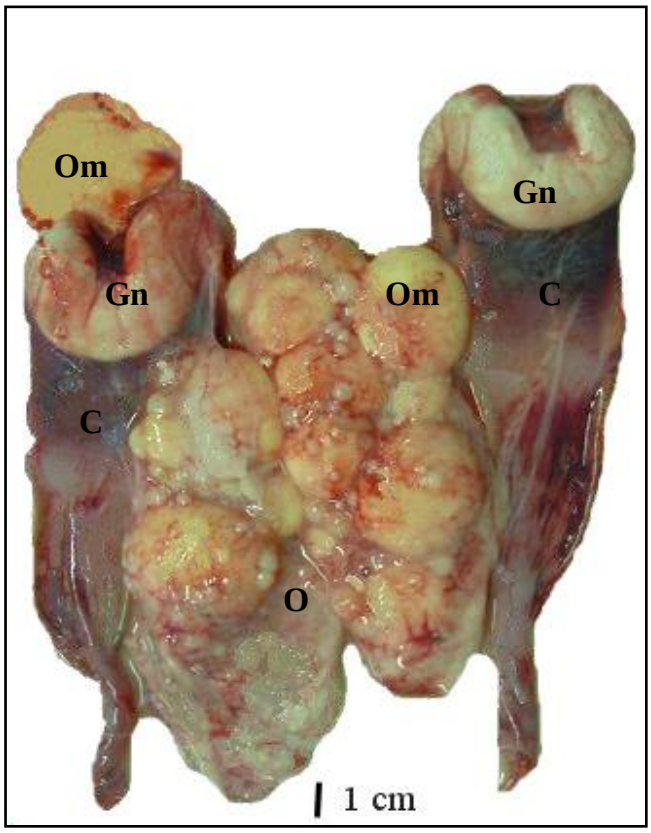


Figura 2. *Atlantoraja platana*. Sistema reproductor femenino de un ejemplar en adulto. Se observa el momento en el cual un Ovocito maduro (Om) está ingresando a la glándula nidamental (Gn), con cápsulas en formación (C), O: ovario.

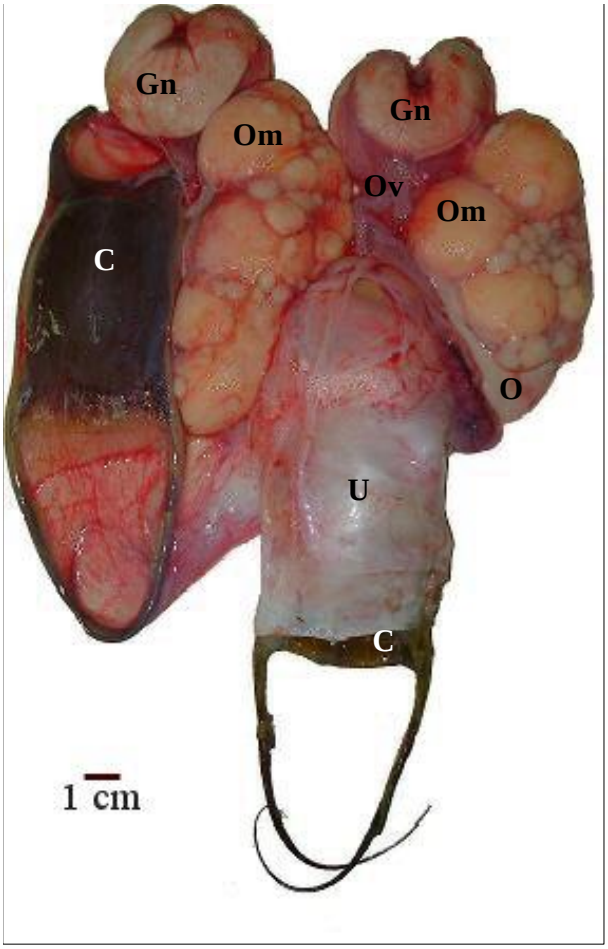


Figura 3. *Atlantoraja platana*. Sistema reproductor femenino de un ejemplar maduro. Gn: glándula nidamental. Ov: oviducto, Om: ovocito maduro, O: ovario, C: cápsula totalmente formada, U: útero

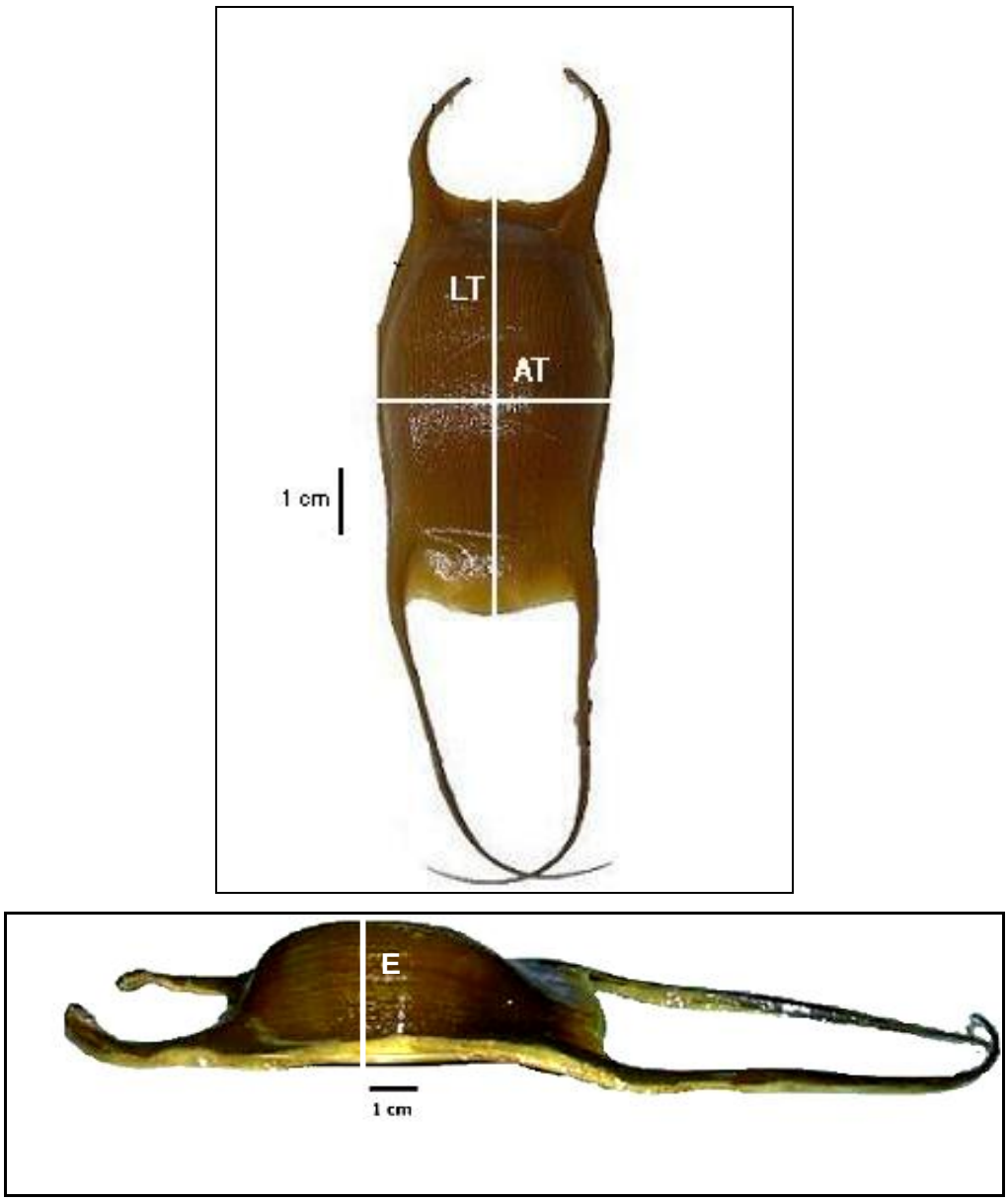


Figura 4. *Atlantoraja platana*. Cápsulas ovígeras totalmente formadas. Medidas tomadas AT: ancho total, LT: largo total y E: espesor.

El sistema reproductivo de los machos (Figura 5) consiste de testículos, glándulas anexas, conductos genitales, y órganos sexuales secundarios (Wourms 1977). Los testículos son órganos pares y tienen dos funciones, la espermatogénesis (generación de células germinales) y la esteroidogénesis (secreción de hormonas esteroides). Los espermatozoides maduros son descargados desde el testículo a través de los conductos o vasos eferentes al epidídimo que tiene la forma de tubos enrollados y de ahí pasa a los vasos deferentes (la porción anterior tiende a ser enrollada mientras que la porción posterior se extiende como un tubo recto hasta el seno urogenital), para luego llegar hasta la vesícula seminal (Wourms 1977, Walker 2005). En los vasos deferentes se vacía la glándula de Leydig, la cual es la parte anterior del riñón que ha perdido su función excretora para adquirir una función secretora de una gran parte de los fluidos seminales (Wourms 1977). Por último los espermatozoides llegan a las estructuras pares externas; los mixopterigios, que son extensiones de los radios posteriores de las aletas pélvicas, que una vez alcanzada su madurez sexual (calcificación y articulación de sus bases) son introducidos en la hembra en el momento de la cópula (Walker 2005).

Como carácter sexual secundario los machos desarrollan en su faz adulta, espinas alares. Las espinas se encuentran ubicadas en la cara dorsal, cerca del margen de las aletas pectorales, formando hileras paralelas en el sentido del eje longitudinal del cuerpo, que van desde la región anterior hacia la posterior y pueden variar de 1 a 6 y sus puntas apicales están proyectadas hacia el centro del disco (Figura 6). Las espinas alares son utilizadas para complementar la sujeción de la hembra durante el proceso de cortejo y cópula.

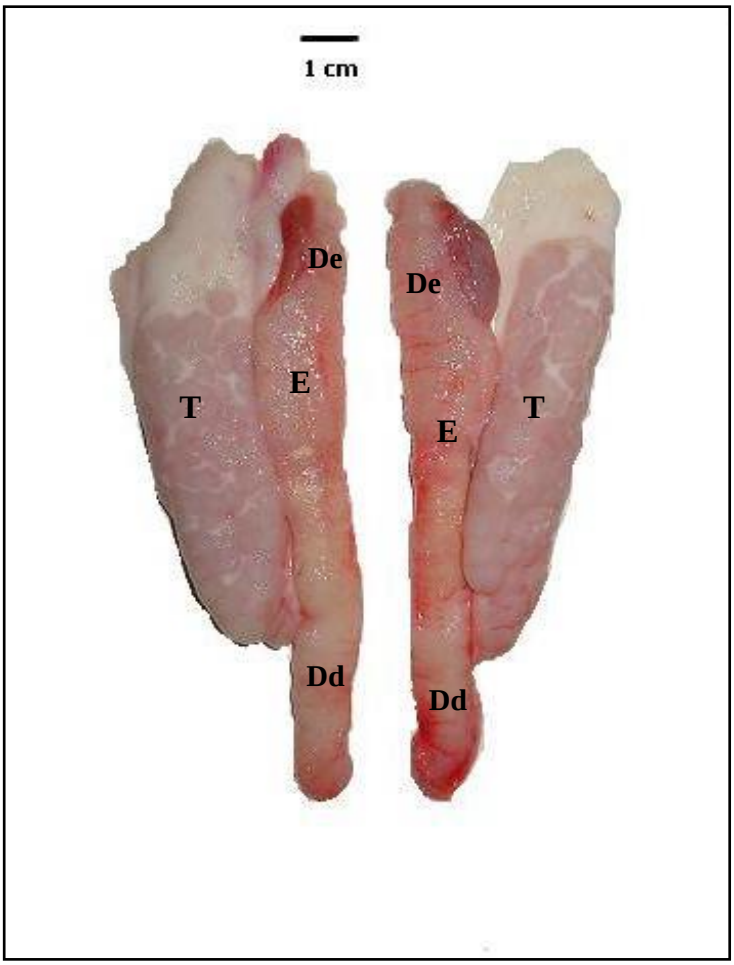


Figura 5. *Atlantoraja platana*. Sistema reproductor masculino de un ejemplar maduro. De: ducto eferente, E: epidídimo, T: testículo, Dd: ducto deferente.

Figura 6. *Atlantoraja platana*. Espinas alares en un individuo macho maduro.

Análisis reproductivos y estadios de madurez sexual

Maduración ovárica

La maduración del ovario se observó a partir de los 68 cm del LT con la presencia de ovocitos vitelogenados. La hembra madura más chica fue de 68 cm, mientras que la hembra inmadura más grande fue de 79 cm.

Los diámetros promedios de los ovocitos fueron de 21,47 mm (*DE*= 7,26) para el izquierdo y 21,80 mm (*DE*= 7) para el derecho. El mayor diámetro encontrado fue de 47 mm. No hubo diferencias significativas en el diámetro promedio del total de los ovocitos maduros (DO) entre ambos ovarios (*t*= -0,058; *P*> 0,05 *gl*= 1.366). Al considerar el promedio mensual de la misma variable, para el ovario derecho e izquierdo en conjunto, se encontraron diferencias significativas ($F_{11,\ 1356}$= 3,17; *P*< 0,05), las cuales estuvieron explicadas por los meses de abril, noviembre y diciembre (*q*> 4,62; *P*< 0,05) (Figura 7).

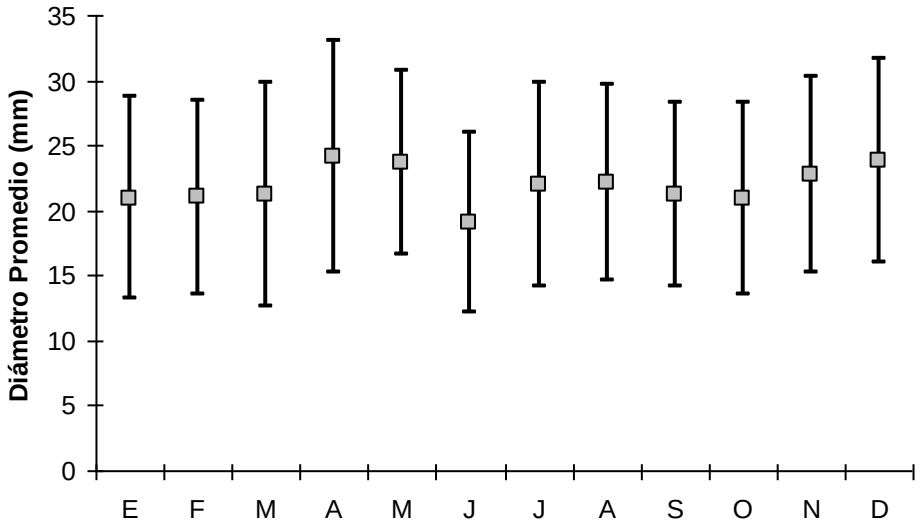


Figura 7. *Atlantoraja platana*. Diámetro promedio ovocitos maduros (*n*=1291) ± 1DE en hembras (*n*=129).

El mayor número registrado de ovocitos maduros fue 15 y se encontró en una hembra de 84 cm de LT, mientras que el número mínimo fue 1 y se encontró en una hembra de 78 cm de LT. No existieron diferencias significativas en el número promedio de ovocitos maduros entre ovarios izquierdo y derecho (*t*= 1,92; *P*> 0,05 *gl*= 204). De acuerdo a esos resultados se consideró el número total de ovocitos maduros, para ambos

ovarios, no existiendo diferencia significativa en el número promedio mensual de los mismos ($F_{11, 92}$= 1,56; P> 0,05). Los mayores valores observados de esta variable se encontraron en los meses de abril y septiembre (Figura 8).

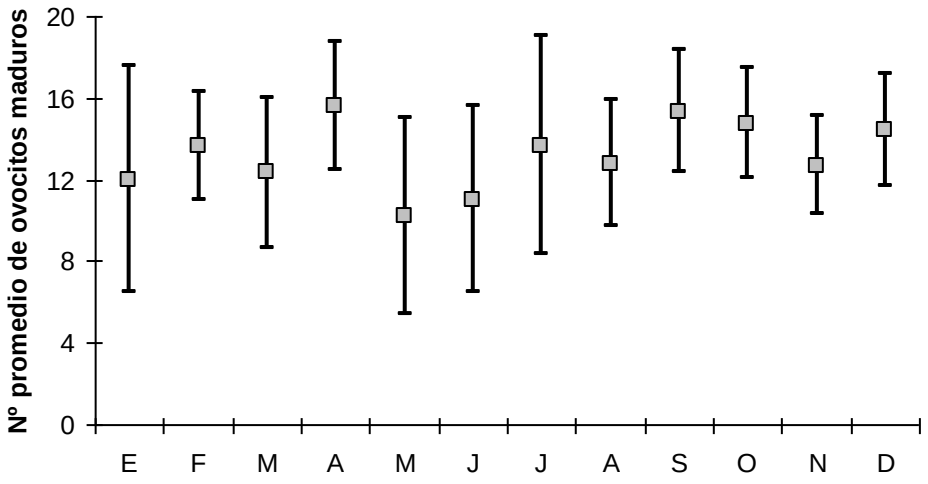


Figura 8. *Atlantoraja platana*. Número promedio de ovocitos maduros (*n*= 1368) ± 1DE en hembras (*n*= 129).

Con respecto a los ovocitos inmaduros (menores a 10 mm) contabilizados en hembras adultas el mayor número registrado fue de 107 en un ejemplar de 77 cm de LT y el menor número fue de 5 en un ejemplar de 81 cm de LT. El número promedio de ovocitos inmaduros no mostró diferencias significativas entre ovario izquierdo y derecho (t= 1,35; P> 0,05 gl= 210), como tampoco en el análisis mensual considerando en conjunto ambos ovarios ($F_{11, 94}$= 1,02; P> 0,05) (Figura 9).

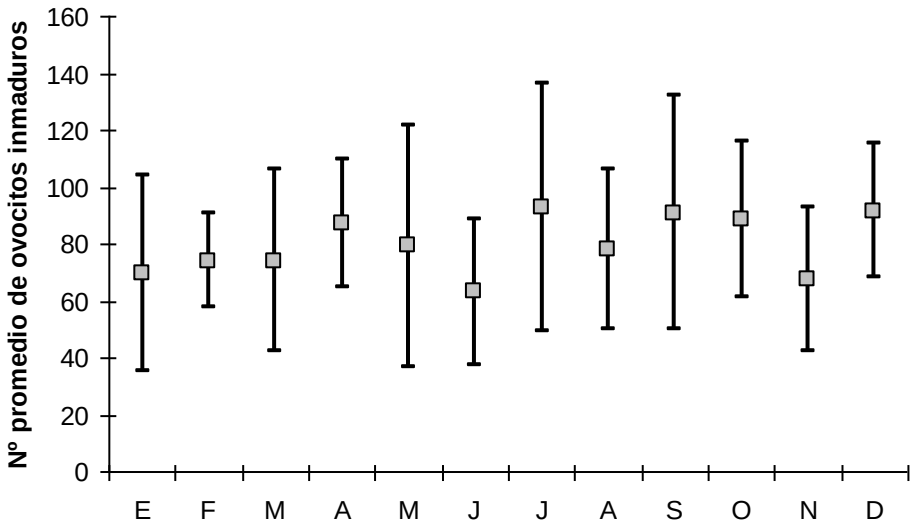


Figura 9. *Atlantoraja platana*. Número promedio mensual de ovocitos inmaduros (*n*=8250) en ovarios de hembras maduras (*n*= 129).

Glándulas Nidamentales

El ancho promedio de las glándulas nidamentales en hembras maduras fue de 46,80 mm (*DE*= 5,26) para la izquierda y de 48,94 mm (*DE*= 4,81) para la derecha. No existieron diferencias significativas entre ambas (*t*= -5,60; *P*> 0,05; *gl*= 109), como tampoco en el análisis de las variancia entre el AGN para hembras con cápsulas y sin ellas ($F_{112, 79}$= 0,86; *P*> 0,05).

La regresión lineal entre el LT de las hembras maduras y el ancho de las glándulas fue el mejor ajuste encontrando siendo la misma significativa ($F_{1, 217}$= 33,09; *P*< 0,05) con una relación de AGN= 12,688 + 0,4686LT (R^2= 0,13) (Figura 10). Existieron diferencias significativas en el ancho promedio mensual de las glándulas nidamentales ($F_{11, 224}$= 4,22; *P*< 0,05), siendo el mes de abril quien marca la diferencia más extrema (*q*> 4,69; *P*< 0,05) (Figura 11).

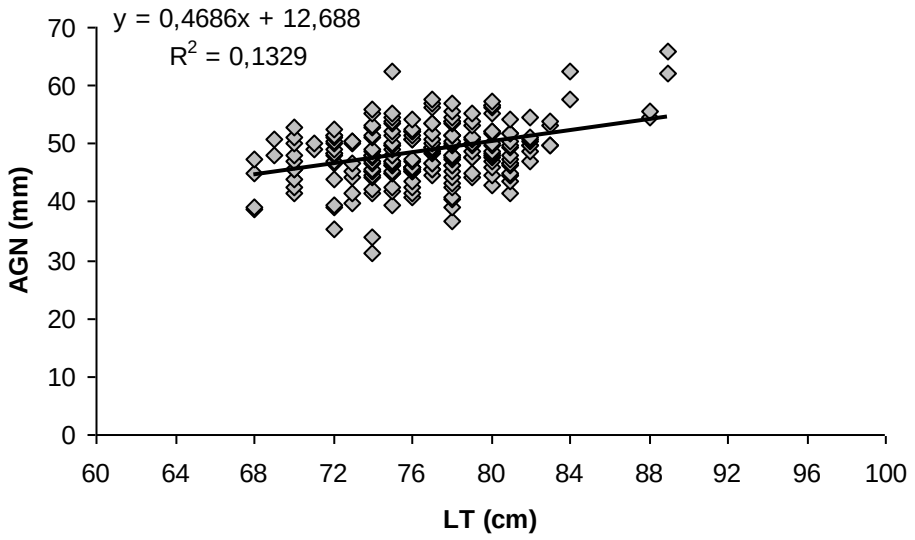


Figura 10. *Atlantoraja platana*. Relación entre el ancho de las glándulas nidamentales (AGN) y el largo total (LT) de las hembras maduras (*n*= 129).

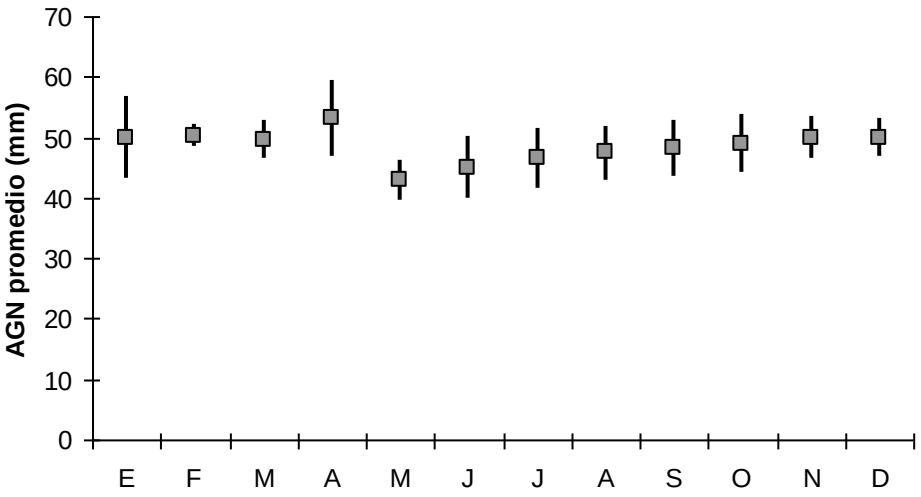


Figura 11. *Atlantoraja platana*. Ancho promedio mensual de las glándulas nidamentales AGN en hembras maduras (*n*= 129).

Índice gonadal e índice de la glándula nidamental

Se calcularon el *IG* y el *IGN* según los distintos estados de madurez sexual y se construyeron las relaciones de los mismos en función del LT de las hembras (Figura 12 y 13). A partir de los valores de 0,50 en el *IG* y de 0,40 en el *IGN* se puede considerar que las hembras alcanzaron la madurez sexual.

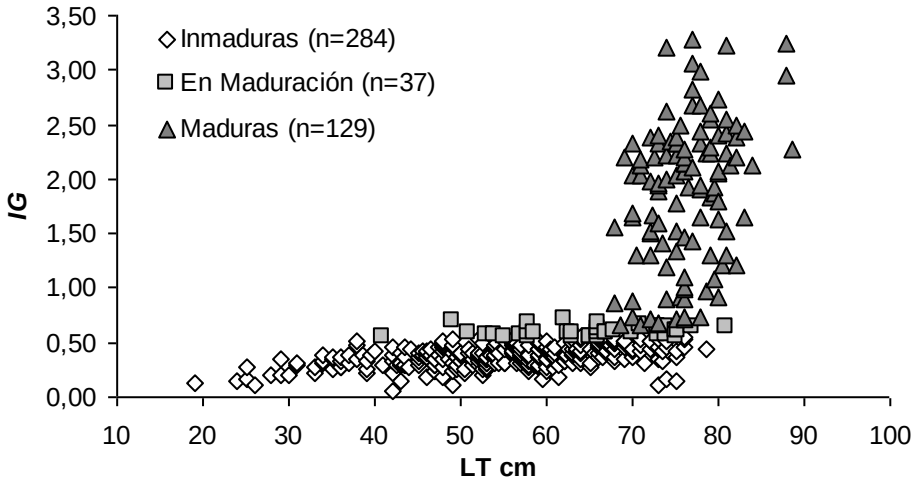


Figura 12. *Atlantoraja platana*. Indice gonadal de las hembras en función de la talla y los distintos estados de madurez sexual (*n*= 450).

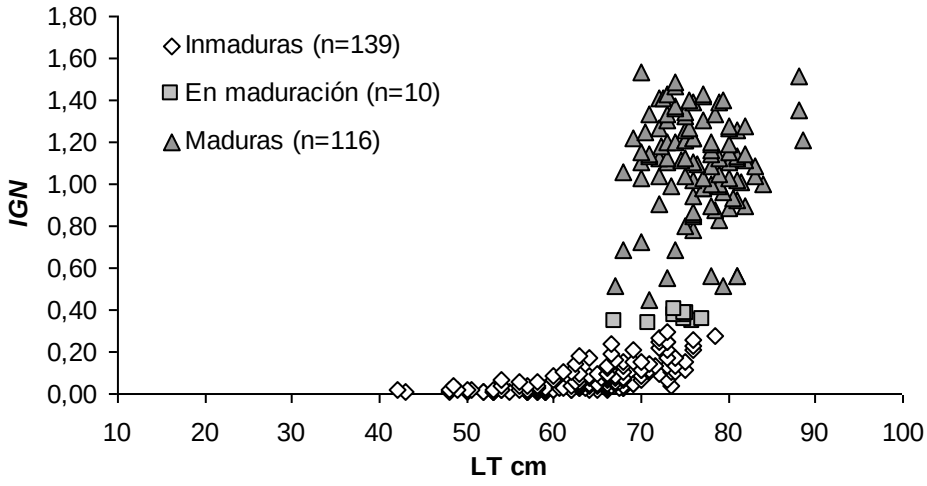


Figura 13. *Atlantoraja platana*. Indice de la glándula nidamental (*IGN*) en función del largo total (LT) de las hembras según los estados de madurez sexual (*n*= 265).

Talla de primera madurez sexual en hembras

La talla de primera madurez sexual en hembras fue de LT_{50}= 71,89 cm (R^2= 0,93 *n*= 368) (Figura 14). La talla de primera madurez corresponde al 76,40 % de la talla máxima registrada. Entre los 19 y 79 cm de LT (*n*= 284) se observaron hembras inmaduras, entre los 41 a 81 cm de LT (*n*= 37) se hallaron hembras en maduración y entre 68 a 89 cm de LT (*n*= 129) se encontraron hembras maduras.

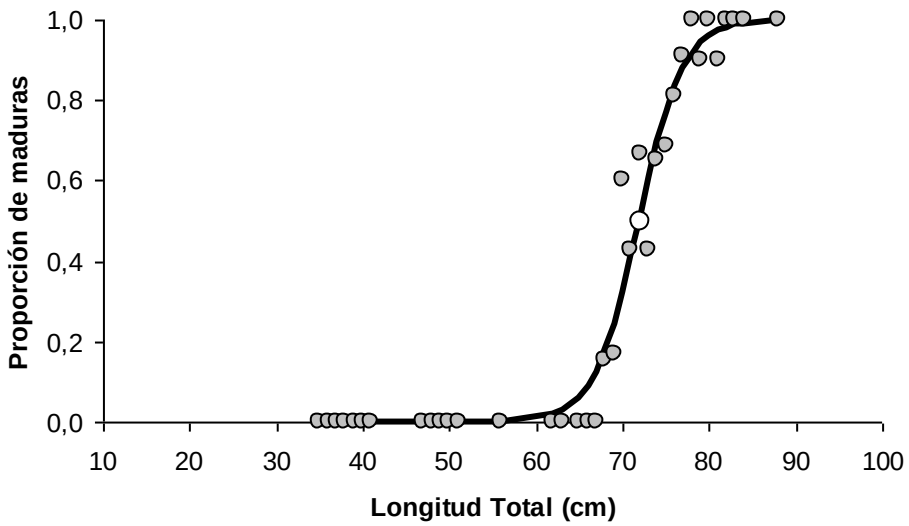


Figura 14. *Atlantoraja platana*. Proporción de hembras maduras por clases de longitud, el círculo blanco marca la longitud a la cual el 50% de los individuos están maduros (*n*= 368).

Ciclo reproductivo de hembras

Analizando los valores del *IG* calculado y promediados por mes se observó en las hembras sexualmente maduras que los valores medios difieren significativamente ($F_{0,05(1)11,107}$= 2,61; *P*< 0,05), siendo los meses de abril y diciembre los que explican esta diferencia (*q*> 4,73; *P*< 0,05); el menor valor se observa en el mes de julio (Figura 15).

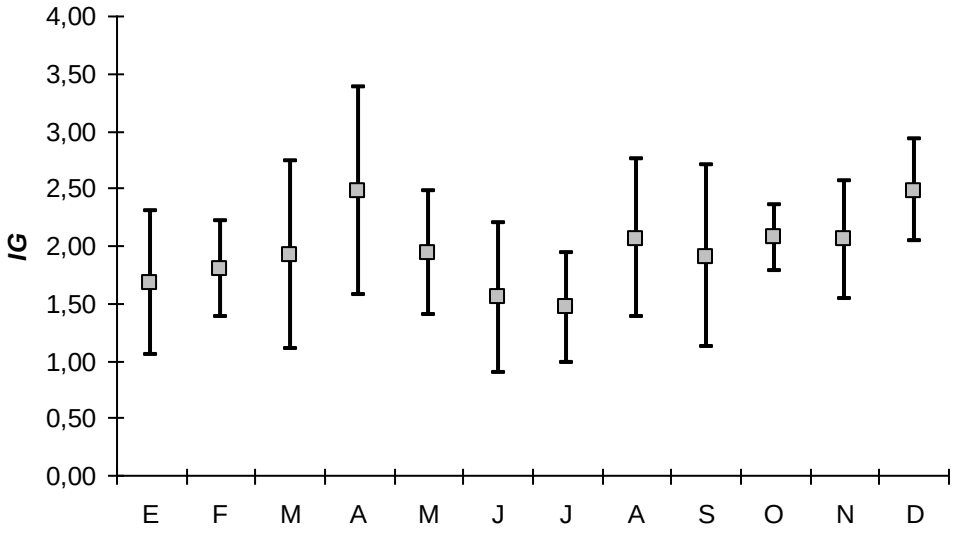


Figura 15. *Atlantoraja platana*. Indice gonadal promedio en hembras maduras para el año sintético analizado (± 1*DE*) (*n*= 129).

El *IGN* evidenció diferencias significativas ($F_{0,05(1)11,104}$= 2,10; *P*< 0,05) siendo el mes de abril quien presenta dicha diferencia (*q*> 4,74; *P*< 0,05), en enero se observa el menor valor (Figura 16).

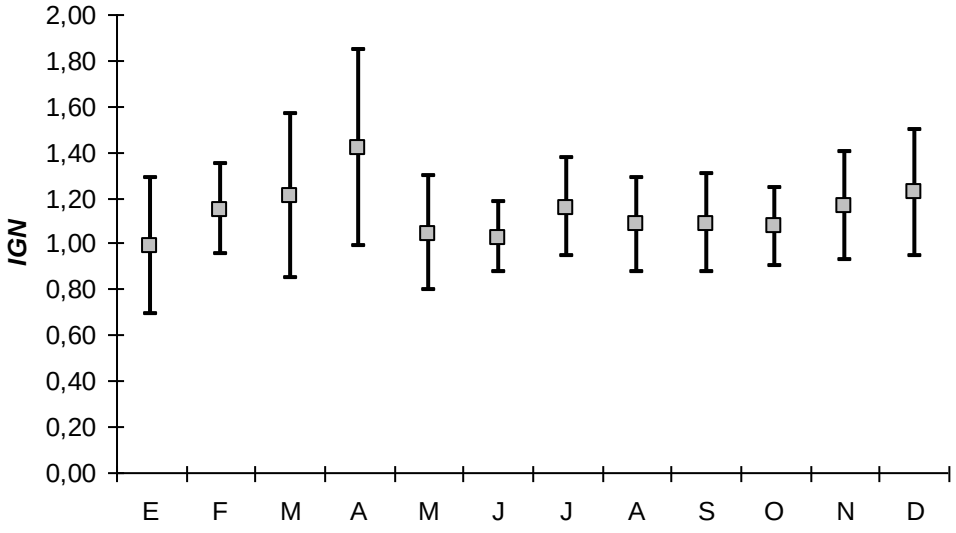


Figura 16. *Atlantoraja platana*. Indice de la glándula nidamental promedio en hembras para el año sintético analizado (± 1*DE*) (*n*= 116).

Cápsulas

De las distintas fuentes de obtención de muestras se hallaron 129 hembras maduras de las cuales 80 presentaron cápsulas (67,5 %) en sus úteros, parcial o totalmente desarrolladas. En la mayoría de los casos cuando se encontraron las dos cápsulas completamente formadas y una de ellas ya estaba alojada en la cloaca lista para ser depositada, correspondió al oviducto derecho, mientras que la otra se encontraba en el útero izquierdo. Las cápsulas totalmente desarrolladas, alojadas en los oviductos o en la cloaca, representaron el 90 % (*n*= 72), mientras que el 10 % (*n*= 8) restante correspondió a cápsulas en formación en la glándula nidamental. La producción de las mismas se observó durante todos los meses muestreados, siendo diciembre el mes que representó el mayor porcentaje (87,5 %) (Figura 17).

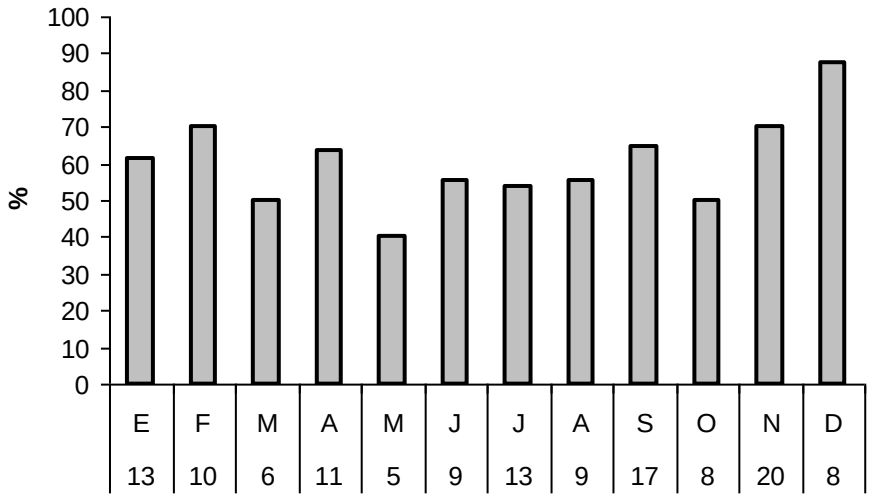


Figura 17. *Atlantoraja platana*. Porcentaje de hembras maduras que portaron cápsulas, los números debajo de los meses representan el número de hembras en cada mes (*n*= 129).

El largo máximo registrado de las cápsulas fue de 90 mm y el mínimo fue de 69,2 mm mientras que el ancho máximo fue de 55 mm y el mínimo de 43 mm. Los espesores máximos y mínimos estuvieron comprendidos entre 22,51 mm y 14,6 mm respectivamente. No existieron diferencias significativas para las medias de dos muestras emparejadas entre el largo de las cápsulas izquierda (LT promedio= 77,62,

DE= 5,84) y derecha (LT promedio= 77,01, *DE*= 3,92) (*t*= 0,614; *P*> 0,05 *gl*= 12) como tampoco entre el ancho izquierdo (AT promedio= 48,40, *DE*= 2,84) y el derecho (AT promedio= 48,20, *DE*= 3,22) (*t*= -0,017; *P*> 0,05 *gl*= 12).

La longitud de las hembras que portaron estas cápsulas estuvo comprendida en un rango de 68 cm a 82 cm de LT. Del total de cápsulas revisadas solamente una, correspondiente a una hembra de 68 cm, no presentó huevo en su interior (Figura 18). Como una característica particular pudo observarse que esta cápsula presentaba un espesor menor al resto de las cápsulas analizadas.

Figura 18. *Atlantoraja platana*. En la fotografía se observa la ausencia del huevo en el interior de la cápsula izquierda de un ejemplar de 68 cm de LT.

Desarrollo sexual en machos

De un total de 434 machos, el 49,08 % correspondió a individuos inmaduros con tallas entre los 19 a 63 cm de LT (*n*= 213) y mixopterigios que variaron su longitud entre 1 y 11,1 cm. Un 19,59 % correspondió a individuos en maduración con longitudes entre los 55 a 72 cm de LT (*n*= 85) con mixopterigios entre los 6 y 23,6 cm. Mientras

que un 31,34 % correspondió a los individuos maduros con tallas de 61 a 79 cm de LT (*n*= 136) que variaron la longitud de los mixopterigios entre los 16 y 26,4 cm (Figura 19 y 20).

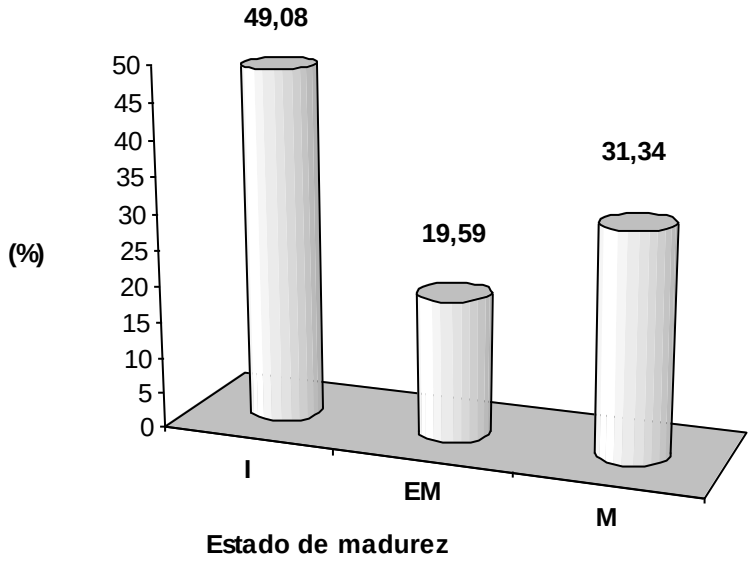


Figura 19. *Atlantoraja platana*. Porcentaje de machos inmaduros (*n*= 213), en maduración (*n*= 85) y maduros (*n*= 136) del periodo estudiado.

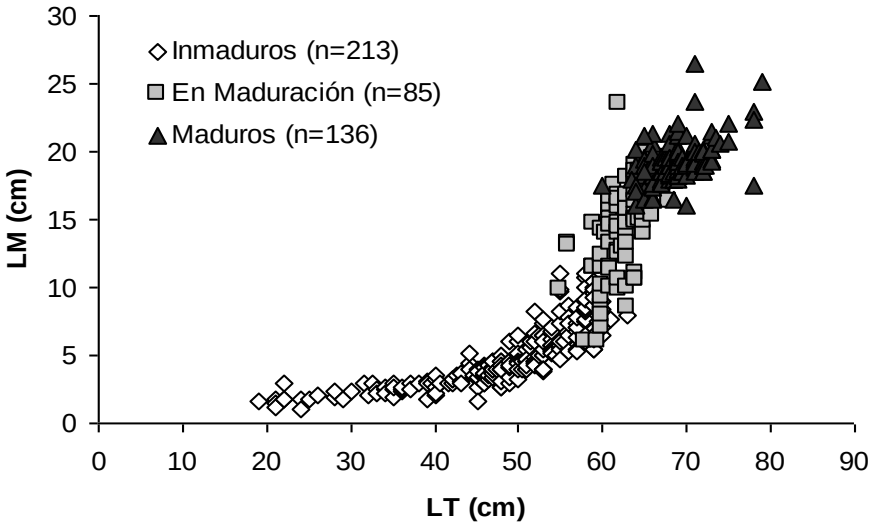


Figura 20. *Atlantoraja platana*. Relación entre la longitud de los mixopterigios (LM) y el largo total (LT) de acuerdo a los distintos estados de madurez sexual.

Índice gonadal e índice de espermiductos

Se calcularon el *IG* y el *IEp* según los distintos estados de madurez sexual y se construyeron las relaciones de los mismos en función del LT de los machos (Figura 21 y 22).

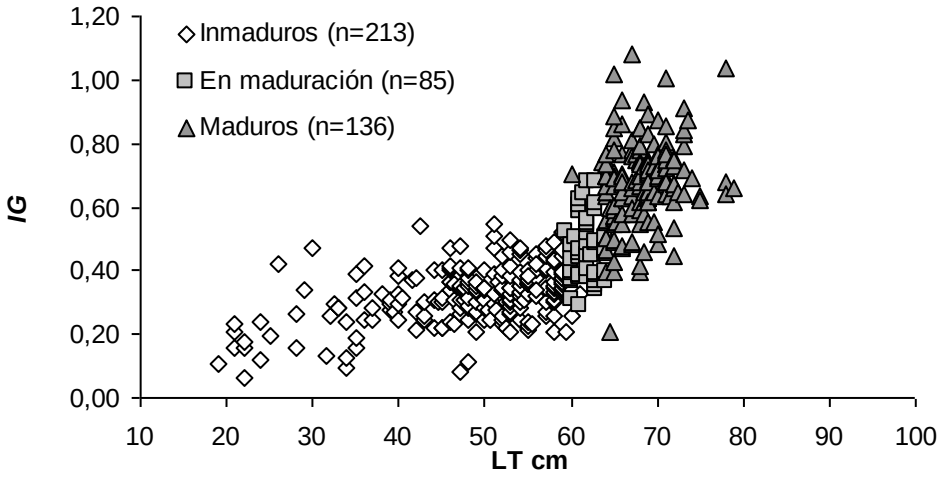


Figura 21. *Atlantoraja platana*. Relación entre el índice gonadal (*IG*) y el largo total (LT) según los distintos estados de madurez sexual.

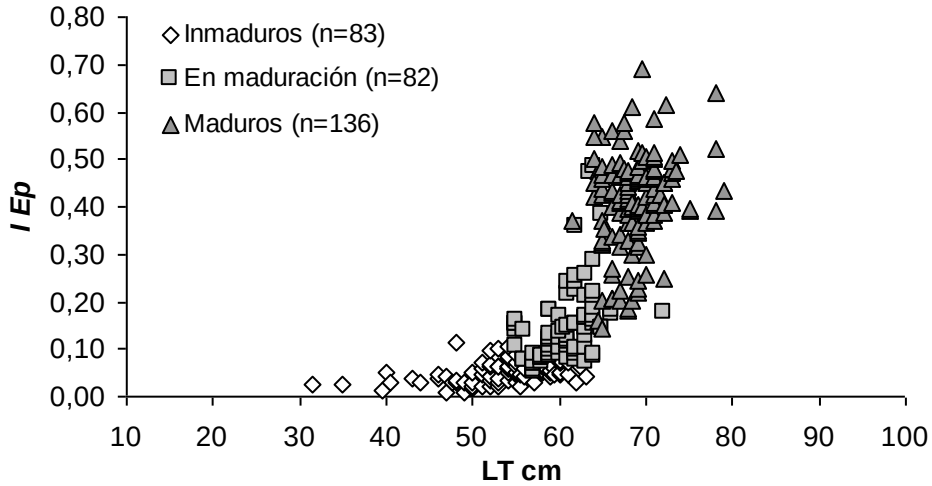


Figura 22. *Atlantoraja platana*. Indice de espermiductos (*IEp*) en relación al largo total (LT) y el estado de madurez sexual.

Talla de Primera Madurez sexual en machos

La talla de primera madurez en machos (LT_{50}) fue de 64,2 cm (R^2= 0,95 *n*= 132) (Figura 23). La primera madurez ocurrió al 77,22 % de la talla máxima registrada.

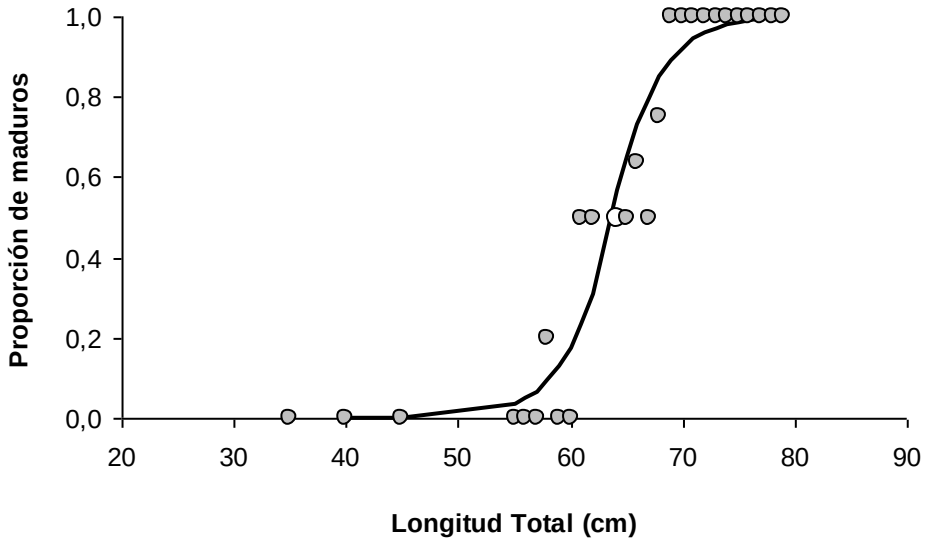


Figura 23. *Atlantoraja platana*. Proporción de machos maduros por clases de longitud, el círculo blanco marca la longitud a la cual el 50% de los individuos están maduros (*n*= 132).

Ciclo reproductivo de machos

Los machos poseen ambas gónadas funcionales. El promedio mensual del *IG* no mostró diferencias significativas ($F_{0,05(1)11,145}$= 1,25 *P*> 0,05) (Figura 24).

El promedio mensual del índice de espermiductos (*IEp*) mostró diferencias significativas ($F_{0,05(1)11,134}$= 2,04; *P*< 0,05), siendo los meses de enero y febrero los que las explican (*q*> 4,71; *P*< 0,05) (Figura 25).

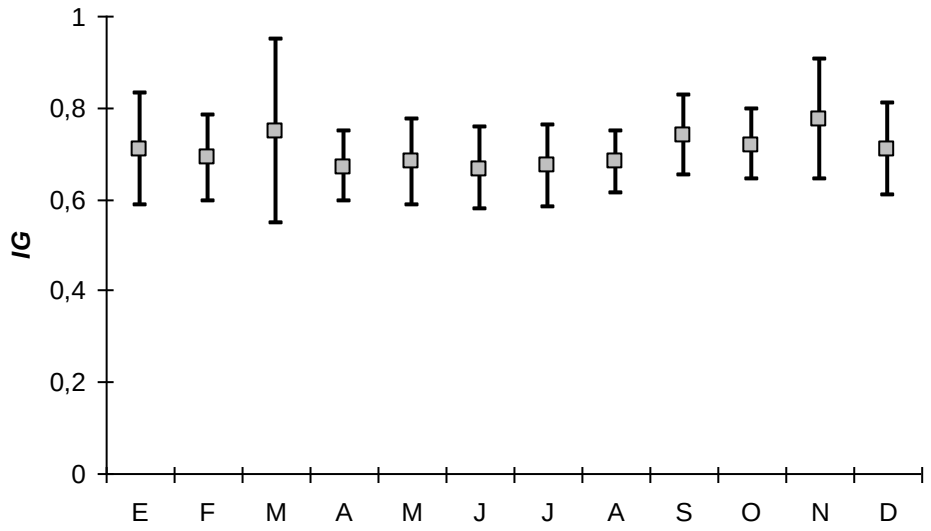


Figura 24. *Atlantoraja platana*. Promedios mensuales del índice gonadal (*IG*) en los machos maduros (*n*= 155) ± 1DE durante el periodo analizado.

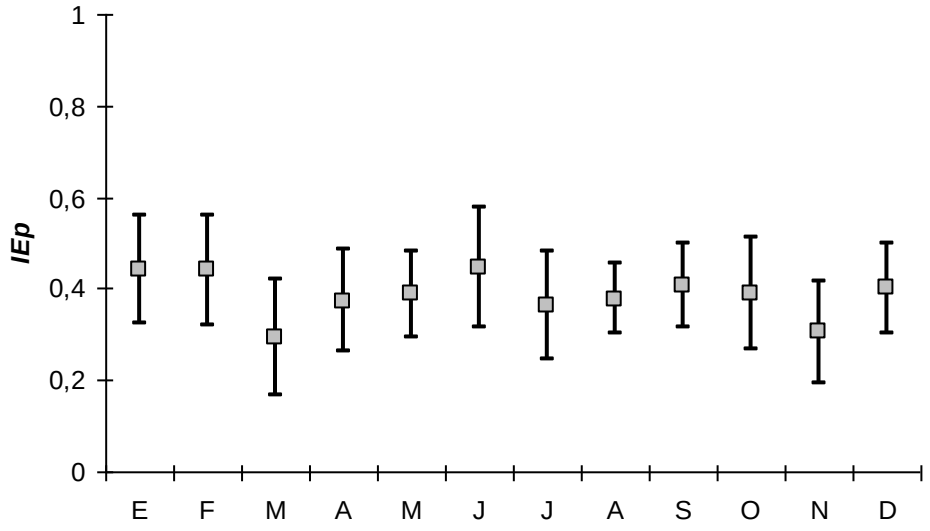


Figura 25. *Atlantoraja platana*. Promedios mensuales del índice de espermiductos (*IEp*) en los machos maduros (*n*= 147) durante el periodo analizado.

Espinas alares

Se analizaron un total de 160 machos. De los ejemplares caracterizados como inmaduros (*n*= 19) el 68 % (menores a los 50 cm de LT) no presentó espinas alares, el 32 % restante presentó 1 hilera, con un rango de 6 a 13 espinas, siendo la talla máxima observada con esta característica los 59 cm de LT. Para los individuos considerados en maduración (*n*= 54), con un rango de tallas de 54 a 69 cm de LT, el número de hileras observadas varió de 1 a 3, con un rango de espinas de 13 a 28 en los que presentaron una hilera (34 %), de 3 a 18 en los que presentaron dos hileras (59 %), y de 3 a 9 en los que presentaron tres hileras (7 %), como caso excepcional se observó un individuo que carecía de espinas alares. Para los caracterizados como maduros (*n*= 87) las tallas fueron desde 60 a 77 cm de LT y todos presentaron la primera hilera completa con espinas que variaron entre 2 y 30, mientras que la presencia de 2 a 6 hileras, estuvo constituida por: de 6 a 26 espinas para la segunda (6,9 %), de 1 a 20 espinas para la tercera (64,4 %), de 1 a 11 espinas para la cuarta (24,1 %), de 1 a 18 espinas para la quinta (2,3 %) y de 5 a 12 espinas para la sexta hilera (2,3 %) (Figura 26).

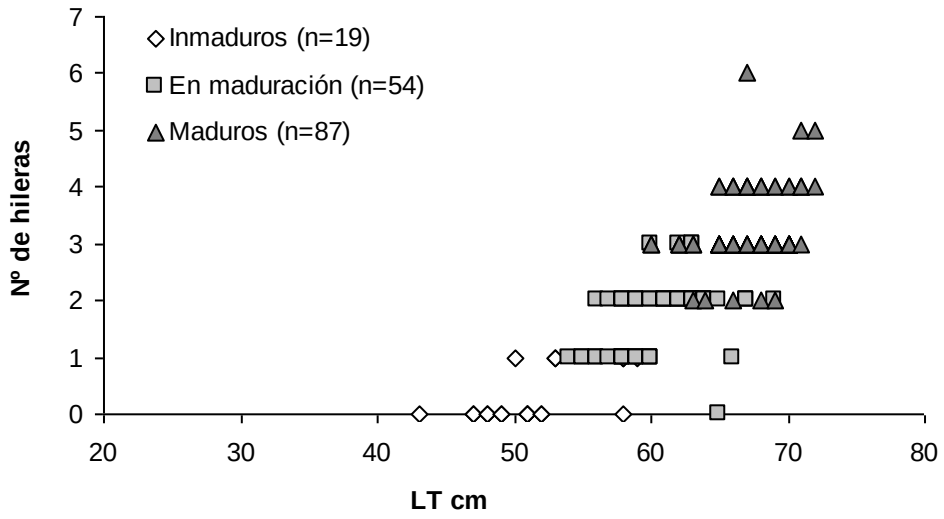


Figura 26. *Atlantoraja platana*. Número de hileras de espinas alares en función de la talla y del estado de madurez.

Proporción de sexos

Se observaron diferencias significativas entre la proporción de las hembras inmaduras y las maduras, siendo los ejemplares inmaduros más numerosos, el mismo patrón fue observado en los machos (Tabla I).

Se observaron diferencias significativas en la proporción de sexos de los individuos inmaduros, siendo las hembras las más representadas en la muestra, mientras que entre los ejemplares maduros, los machos fueron los más numerosos (Tabla II).

De acuerdo a las estaciones del año la proporción de sexos entre las hembras y los machos inmaduros mostró significancia en otoño, invierno y primavera siendo las hembras más abundantes que los machos, mientras que en el verano no se observaron variaciones (Tabla III). En cambio entre los individuos maduros los machos fueron más representativos que las hembras en verano, otoño y primavera, y no se observaron diferencias significativas en invierno (Tabla IV).

Tabla I. Proporción de sexos entre el total de individuos inmaduros y maduros de hembras y machos, nivel de significancia $\chi^2_{0,05,1}= 3,84$.

Sexo	♀	♀	χ^2**=**	***P*=**	**Proporción**	♂	♂	χ^2**=**	***P*=**	**Proporción**
Estado de Madurez	Inmad.	Mad.				Inmad	Mad.			
n	441	129	170,8	<0,05	1.55:1	342	185	46,77	<0,05	1.30:1

Tabla II. Proporción de sexos entre hembras y machos totales de acuerdo al estado de madurez sexual, nivel de significancia $\chi^2_{0,05,1}= 3,84$.

Sexo	♀	♂	χ^2**=**	***P*=**	**Proporción**	♀	♂	χ^2**=**	***P*=**	**Proporción**
Estado de Madurez	Inmad.	Inmad.				Mad.	Mad.			
n	441	342	12,52	<0,05	1.13:1	129	185	9,99	<0,05	1:1.20

Tabla III. Proporción de sexos entre individuos hembras y machos inmaduros durante las estaciones del año, nivel de significancia $\chi^2_{0,05,1}$= 3,84.

Sexo / Estación	*n*= ♀	*n*= ♂	χ^2=	***P***=	**Proporción**
verano	68	60	0,51	>0,05	1.06:1
otoño	115	82	5,53	<0,05	1.17:1
invierno	112	83	4,32	<0,05	1.15:1
primavera	146	112	4,48	<0,05	1.13:1

Tabla IV. Proporción de sexos entre individuos hembras y machos maduros en las estaciones del año, nivel de significancia $\chi^2_{0,05,1}$= 3,84.

Sexo / Estación	*n*= ♀	*n*= ♂	χ^2=	***P***=	**Proporción**
verano	22	40	10,28	<0,05	1:1.29
otoño	22	52	12,18	<0,05	1:1.41
invierno	39	38	0,03	>0,05	1.01:1
primavera	35	55	4,44	<0,05	1:1.22

DISCUSIÓN

Madurez

En *A. platana* del Golfo San Matías la producción de ovocitos vitelados se observó en todos los meses y se registraron para la especie el mayor número y el máximo diámetro. Tanto el número de los ovocitos como el diámetro máximo fueron mayores a los observados por Odonne & Amorim (2008) para los ejemplares de la misma especie del sur de Brasil.

Ovocitos vitelados menores a 10 mm de diámetro fueron observados pero su medida no fue registrada. Odonne & Amorim (2008) consideran a partir de los 7 mm el comienzo de la vitelogénesis en *A. platana* y sugieren que esta podría ser una variable específica para cada especie del género *Atlantoraja*, donde el diámetro del ovocito en el inicio de la vitelogénesis es proporcional a la longitud máxima. Sin embargo la incorporación de vitelo es conocida como un proceso gradual y la determinación de un

diámetro específico que los separe (ovocitos avitelogenados de ovocitos vitelogenados), debe complementarse con un estudio histológico, que aún no ha sido realizado para la especie, única manera de determinar este límite con precisión. Díaz Andrade (2006 y 2010), determinó ovocitos o folículos a término en 7 mm tanto para *Sympterygia acuta* como *S. bonapartii*.

La talla de primera madurez registrada para las hembras y los machos de *A. platana* del golfo es similar a la obtenida para la misma especie del sur de Brasil (Tabla 5). En todos los casos fue mayor en las hembras que en los machos, característica que se ha observado en otras especies del mismo género como en *A. cyclophora* y *A. castelnaui* (Oddone & Vooren 2005, Oddone *et al.* 2005, Casarini 2006, Colonello 2009). Odonne & Amorim (2008), proponen que este dimorfismo podría ser una característica específica (pero no exclusiva) del género *Atlantoraja*. Sin embargo, haciendo una revisión de los datos reportados, el dimorfismo mencionado se repite en otros géneros de la familia Rajidae, *Sympterygia*, *Dipturus* y *Rioraja* que habitan el Atlántico Sudoccidental (ASO) (Oddone & Velasco 2004, Odonne *et al.* 2005, Colonello *et al.* 2007a, Oddone *et al.* 2007, Paesch & Oddone 2008) y también ha sido observado para otras regiones del mundo, como en *B. aleutica*, *Raja undulada*, *D. chilensis*, *D. springeri*, *R. alba* y en *R. binoculata* (Ebert 2005, Coelho & Erzini 2006, Quiroz *et al.* 2007, Ebert *et al.* 2008a y Ebert *et al.* 2008b).

En la familia Rajidae es común observar dimorfismo sexual en la longitud media de madurez. Encontrándose casos donde en ambos sexos no se encontraron diferencias en las tallas. El primero se encontró en poblaciones del ASO, en *P. normani* (Sánchez & Mabragaña 2002, Mabragaña & Cousseau 2004), en *P. extenta* (Braccini & Chiaramonte 2002a,c, Martins *et al.* 2005), en *P. rudis* (Mabragaña & Cousseau 2004), en *P. bergi* (San Martín *et al.* 2005) y en *P. lentiginosa* (Perier *et al.* 2011). El segundo fue indicado para *S. bonapartii* (Mabragaña *et al.* 2002) y para *B. albomaculata* (Ruocco *et al.* 2006) ambas pertenecientes al ASO y en otras regiones para *Leucoraja wallacei* (Walmsley-Hart *et al.* 1999) del Sur de África, siete de las ocho especies de *Bathyraja* del Pacífico Norte (Ebert 2005), en quince de diecisiete especies de Rajiformes del sur de África (Ebert *et al.* 2008a) y para *R. rhina* del Golfo de Alaska (Ebert *et al.* 2008b).

Holden (1974) sugirió que los elasmobranquios maduran a una talla que representa entre un 60 y 90 % de su máximo LT observado. *A. platana* se encuentra dentro de este rango de maduración (Tabla V), al igual que *A. castelnaui* (Oddone *et al.*

2008a) y *A. cyclophora* (Oddone *et al.* 2008b, Colonello 2009). Haciendo un revisión de la familia Rajidae, en la Plataforma Continental Argentina, se observa que las especies de los géneros *Psammobatis*, *Bathyraja*, *Dipturus* y *Rioraja*, maduran dentro del rango de porcentajes establecidos (Braccini & Chiaramonte 2002a,c, Sánchez & Mabragaña 2002, Mabragaña & Cousseau 2004, San Martín *et al.* 2005, Ruocco *et al*. 2006, Colonello *et al*. 2007a).

Comparado con la mayoría de los peces teleósteos los batoideos alcanzan tamaños corparales mayores, logran la madurez a una edad relativamente más alta y tienen pocos años reproductivos relativos a la longitud de su etapa juvenil (Frisk 2010). A su vez la familia Rajidae seguiría este patrón al compararse con otros elasmobranquios y otros taxones de vida más corta (Frisk 2010).

La mención del LT_{50} respecto al LT máximo registrado, considerado un indicador característico para las especies de Rajidae, ha sido utilizado para manifestar el grado de vulnerabilidad de los elasmobranquios a la explotación pesquera. Sin embargo, Ebert *et al.* (2008a) plantean que el tamaño de madurez relativo al LT máximo es un pobre indicador de la proporción a la que se logra la madurez y que las rayas, como otros elasmobranquios ovíparos, una vez que maduran concentran sus energías, mayormente, en la reproducción y no en el crecimiento.

Un punto de vista diferente, sobre el tema de la primera madurez sexual, puede plantearse si en vez del LT_{50} y el LT máximo, la relación se estableciera en función de la edad de primera madurez y la edad máxima alcanzada por una hembra. En este caso Francis *et al.* (2001), Licandeo *et al.* (2006) y McFarlane & King (2006), observan edades de primera madurez entre 4 y 12 años para ambos sexos, en especies que alcanzan edades máximas de 26 años, demostrando estos ejemplos que la vulnerabilidad a la explotación pesquera debería analizarse considerando la edad como variable. Aunque existen otros casos donde no es constante la asunción de que batoideos más grandes viven más tiempo y crecen más lentos que batoideos más pequeños, (Davis *et al.* 2007).

Tabla V. Comparación de las tallas de primera madurez sexual (LT_{50}) y el porcentaje de madurez de acuerdo a su talla máxima, en machos y hembras de *A. platana* registradas en el Atlántico Sudoccidental (ASO).

Área de procedencia de *A. platana*	*n*= ♀	LT_{50} ♀ (cm)	% de mad. de su LTmáx.	*n*= ♂	LT_{50} ♂ (cm)	% de mad. de su LTmáx.	Autores
Río Grande del Sur y sur de Santa Catarina	82	69	94	105	63	86	Marçal, (2003)
Costa sudeste de Brasil (23° S - 44° O y 31° S - 50°O)	77	67,8	----	74	62	----	Casarini, (2006)
Guarajá, San Pablo Brasil (23°37' S; 27°40' S)	85	71,5	94	97	62	89	Odonne & Amorim, (2008b) Oddone *et al.* (2008)
Golfo San Matías, Argentina (41º- 42º S y 64º- 65º O)	186	71,89	76,4	132	64,2	77,22	Este trabajo

Ciclo reproductivo

La definición del ciclo reproductivo de la especie se basó en la utilización de indicadores directos e indirectos de la actividad reproductiva. Dentro de los primeros se pueden mencionar, para hembras, la presencia de folículos ováricos vitelados y las cápsulas en formación y para machos la presencia de material espermático en el epidídimo. Entre los segundos, los índices de actividad reproductiva (*IG*, *IGN*, *IEp*).

El uso de los índices se ha difundido en el estudio de la biología reproductiva de los peces óseos (Wilk *et al.* 1990, Jons & Miranda, 1997) y de los condrictios (Di Giácomo & Perier 1994, Conrath 2004) para definir la estacionalidad de los ciclos.

Las hembras de *A. platana* exhibieron variación en el ciclo anual del *IG* con dos picos, a diferencia de lo planteado por Marçal (2003). Las variaciones del *IGN* siguieron las fluctuaciones del *IG* con valores máximos en abril y en menor medida en diciembre. De acuerdo al comportamiento del *IG* de los machos se puede deducir una actividad reproductiva anual, con valores máximos observados en marzo y noviembre, previos a los valores máximos del *IG* en las hembras. Resultados similares han sido documentado

por Oddone *et al.* (2008b) para *A. cyclophora* y por Colonello (2009) para *A. castelnaui*. Al igual que para otros géneros de rayas como en *P. extenta* (Braccini & Chiaramonte 2002a), en *P. bergi* (San Martín *et al.* 2005), y en *R. agassizi* (Colonello 2009). El *IEp* varió durante un periodo anual, febrero fue el mes que determinó esta diferencia junto a enero, mientras que marzo y noviembre fueron los valores mínimos.

Las cápsulas estuvieron presentes durante todo el año con el mayor porcentaje en el mes de diciembre. Y se pudo observar al igual que lo planteado por Oddone *et al.* (2007) que cuando el ovocito fecundado estaba por ingresar a la glándula nidamental, ésta ya había formado entre el 40 y 50 % de la cápsula. Las cápsulas de *A. platana* del Golfo San Matías alcanzaron longitudes totales, anchos totales y espesores mayores tanto en los valores mínimos como en los máximos, similares a los valores observados por Oddone *et al.* (2004), para las cápsulas de las rayas de la misma especie del sur de Brasil y los reportados por Mabragaña *et al.* (2009) en el Mar Argentino.

Los elasmobranquios exhiben tres tipos de ciclos reproductivos según lo planteado por Wourms (1977): 1) un ciclo reproductivo continuo durante todo el año o la mayor parte del año, 2) un ciclo anual definido parcialmente con uno o dos picos en la actividad, y 3) un ciclo anual o bianual bien definido.

Los resultados de este trabajo permiten definir el ciclo de la especie como tipo 2. Las evidencias que determinaron esta ubicación fueron: la presencia de folículos ováricos vitelados en las hembras, con un incremento en número, en los meses de abril y septiembre y en diámetro, en abril y diciembre; los picos observados en el *IG* en los meses de abril y diciembre y el *IGN*, con un pico en abril y un leve aumento en diciembre, al igual que el AGN; las cápsulas en distintos grados de formación halladas en el útero durante todos los meses analizados, con valores superiores al 50% excepto en el mes de mayo. Si bien Oddone & Vooren (2005) mencionan a Marçal (2003) quien plantea un ciclo anual con actividad reproductiva a lo largo del año sin picos para *A. platana* del sur de Brasil, es importante destacar que no realizó un seguimiento anual de la especie, solo analizó dos periodos estacionales, verano e invierno, mientras que en el presente estudio se obtuvieron muestras durante todos los meses del año. El tipo 2 también es encontrado en las otras dos especies del género *Atlantoraja*. Para *A. castelnaui*, Colonello (2009) determinó un ciclo anual con picos de actividad reproductiva. Para *A. cyclophora*, Oddone & Vooren (2005) plantearon la posibilidad de 2 hipótesis: un ciclo anual con actividad reproductiva continua a lo largo del año o un ciclo anual con al menos un pico en la actividad reproductiva durante la primavera o el

otoño, posteriormente Odonne *et al.* (2008b) confirman que la segunda hipótesis es la que mejor concuerda con los resultados obtenidos. En ambos casos no hubo muestreo continuo durante un ciclo anual. Otras especies de la familia Rajidae se ubican también dentro del tipo 2 en sus ciclos reproductivos, como han sido reportado para *S. bonapartii* (Mabragaña *et al.* 2002), *P. extenta* (Braccini & Chiaramonte 2002a), *R. agassizi* (Oddone *et al.* 2007, Colonello 2009), *P. lentiginosa* (Perier *et al.* 2011). Con respecto al ciclo reproductivo hay que considerar, por un lado la significancia estadística de las comparaciones y por otro, la significancia biológica de las mismas. En el primer caso las hembras mostraron diferencias en la variación mensual de *IG* con dos picos a los largo del ciclo anual. En los machos si bien estadísticamente no hubo diferencias en el *IG*, los dos picos evidenciados tendrían sentido biológico en la tipificación del mismo. Lo que se puede deducir, es que realmente la especie exhibe un ciclo continuo, esto está comprobado por uno de los indicadores directo de la actividad reproductiva, que es el porcentaje de hembras con cápsulas formadas o en formación que se mantuvo en el mismo nivel durante todo el año. En relación a los picos con significancia biológica, puede relacionarse con la modalidad reproductiva de los condrictios y la fecundidad interna, característica del grupo. La cópula es probable que tenga lugar dos veces al año y que esos momentos sean los que produzcan los picos de actividad más notorios, durante el resto del año y entre períodos de cópula, posiblemente las hembras fecunden sus propios ovocitos con los espermatóforos que quedan como reservorios en la glándula nidamental. Holden (1975) para *R. clavata* observó la presencia de los espermatóforos en las glándulas nidamentarias de las hembras en dos meses del año y planteó que es posible que los espermatozoides viables puedan ser guardados de una temporada de cópula a la siguiente.

Para tener una comprensión más exacta de la biología reproductiva de esta especie es necesario complementar las observaciones macroscópicas con estudios histológicos.

Caracteres sexuales secundarios

Las espinas alares son consideradas como un carácter sexual secundario que se desarrollan y aumentan en función de la madurez sexual. La mayoría de los machos inmaduros de *A. platana* no presentaron espinas alares, las mismas fueron incrementándose conjuntamente con la talla y el avance de la madurez sexual. En este

estudio se supera en uno, al número de hileras encontradas para los machos de la misma especie en aguas brasileñas (Oddone *et al.* 2007, Oddone & Amorim 2008). Similares resultados se observaron en otras especies de rayas, *S. bonapartii* (Mabragaña *et al.* 2002), *A. cyclophora* (Oddonne & Vooren 2005, Oddone *et al.* 2008b) y *B. albomaculata* (Ruocco *et al.* 2006), mientras que en *P. extenta* (Braccini & Chiaramonte 2002a) y *A. castelnaui* (Colonello 2009) cuantificaron de una a tres hileras y de una a cinco para *R. agassizi* (Colonello *et al.* 2007, 2009, Oddone *et al.* 2007).

Proporción de sexos en relación a la madurez sexual

En el Golfo San Matías la mayor representatividad de machos adultos fue en verano, otoño y primavera y pudo estar relacionada con la mayor actividad reproductiva en las hembras, observadas mayormente en primavera y otoño. Durante la época de reproducción, en particular durante el cortejo de la cópula, es común que exista mayor cantidad de machos que de hembras, aunque, como se mencionara anteriormente, no está determinada para la especie la permanencia de los espermatóforos en el tracto genital de la hembra.

Los ejemplares inmaduros o juveniles de ambos sexos siempre fueron los más representativos y entre ellos las hembras durante el otoño, el invierno y la primavera. Una marcada representatividad de ejemplares juveniles puede ser explicada, desde el punto de vista de la explotación pesquera, como un indicador indirecto de sobreexplotación o de pesca intensiva (Nottage y Perkins 1983), sin embargo para poder concluir sobre este tema es necesario contar con información de registro de capturas de *A. platana* en el golfo o con campañas de investigación especificas a condricitios. A partir de allí derivar una tasa de mortalidad, dato que durante el período que se realizó este estudio no fue registrado en la pesquería. En este caso debería conocerse o estimarse la eficiencia del arte de pesca en capturar todo el rango de tallas presentes, propósito que va más allá de los objetivos planteados en este trabajo. Colonello (2009), también menciona que en el Distrito Bonaerense la estructura poblacional, de otra especie del mismo género *A. catelnaui*, corresponde principalmente a juveniles.

Establecer las diferencias en el espacio y en el tiempo en la proporción de sexos o estadios de madurez sexual de las especies no siempre garantiza conclusiones claras, ya que existen factores que influyen en las mismas, por ejemplo si la especie estudiada es la especie blanco de la pesquería o pertenece a la fauna acompañante, tipo de

muestreo que se lleva a cabo, arte de pesca y eficiencia de captura, número de ejemplares y métodos utilizados en los analisis, zonas y épocas de obtención de muestras.

Es por ello importante la realización de campañas de investigación específicas destinadas a las especies objeto de estudio.

CAPÍTULO 4

HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LA RAYA PLATANA *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) EN EL GOLFO SAN MATÍAS

INTRODUCCIÓN

Los condrictios han jugado un rol importante en la red alimentaria a lo largo de su historia evolutiva (Cortés 1999). Entre los factores más importantes que determinan los hábitos alimentarios de los peces cartilaginosos, se pueden reconocer los extrínsecos, como la disponibilidad y comportamiento de las presas y los intrínsecos relativos a la morfología y comportamiento del predador, interacciones con otros organismos, y los propios del predador, como el tamaño corporal, la edad y el estado reproductivo (Di Giácomo & Perier 1996b, Lucifora 2003).

Dentro de los condrictios, la abundancia y amplia distribución de las rayas tienen un papel influyente en las redes alimentarias de las comunidades marinas demersales (Ebert & Bizarro 2007). Estos autores han caracterizado a las rayas como predadores bentopelágicas piscívoras o epibénticas especializadas en invertebrados y pequeños crustáceos y, además, puntualizan que las mismas utilizan similares recursos al de otros predadores de niveles tróficos superiores o topes, como las aves marinas (albatros), mamíferos marinos, grandes teleósteos y algunos tiburones. Analizar la variación en la dieta de las rayas es importante para determinar el rol que estas desempeñan en los ecosistemas marinos (Braccini & Perez 2005).

El estudio de la dieta y hábitos alimentarios de peces y otros vertebrados marinos por medio de la examinación de contenidos estomacales ha sido una práctica estandarizada (Hyslop 1980, Cortés 1997). El porcentaje de ocurrencia, el porcentaje en peso y el porcentaje en número de cada ítem presa de las distintas especies, y las clases de tallas de las presas, proveen una descripción de la dieta y permiten la comparación con otros estudios (Cortés 1997).

El objetivo de este capítulo es describir el hábito alimentario de *Atlantoraja platana*, determinar y anlizar la composición de la dieta y establecer sus relaciones tróficas en el ecosistema del Golfo San Matías.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron un total de 745 estómagos colectados durante el año 2004 y 2005 a partir de muestreos mensuales de las capturas desembarcadas, de muestreos de observadores pesqueros a bordo de barcos comerciales y de campañas de investigación pesquera. Los contenidos estomacales examinados fueron agrupados para el análisis de la composición alimentaria considerando el total de los individuos, el sexo y la madurez sexual. De este modo se analizaron un total de 477 contenidos estomacales de individuos juveniles, 216 hembras y 261 machos, y un total de 268 adultos, 115 hembras y 153 machos.

Los contenidos estomacales fueron conservados en alcohol al 70 % y posteriormente analizados por medio de un microscopio estereoscópico. Se efectuaron dos tipos de análisis:

- *análisis cualitativo:* las presas se determinaron al menor nivel taxonómico posible. Los crustáceos estomatópodos y decápodos fueron identificados de acuerdo al Catálogo Ilustrado de los Crustáceos Estomatópodos y Decápodos Marinos de Argentina (Boschi *et al.* 1992), los moluscos cefalópodos y bivalvos fueron identificados de acuerdo a Moluscos del Golfo San Matías (Provincia de Río Negro, República Argentina) Inventario y Claves para su Identificación (Scarabino 1977), el trabajo sobre calamares loligínidos (Pineda *et al.* 1998) y la Guía de Moluscos Magallánicos de Patagonia y Sur de Chile (Forcelli 2000); se utilizó además la Guía Técnica para la identificación de invertebrados epibentónicos asociados a los bancos de vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica*) en el Mar Argentino (Bremec *et al.* 2003). Los peces fueron identificados con la clave de familias, géneros y especies de Peces Marinos de Argentina y Uruguay (Menni *et al.* 1984), el Atlas de huesos craneales y de cintura escapular de peces costeros patagónicos (Gosztonyi & Kuba 1996) y la Guía sobre morfología de los otolitos de peces marinos patagónicos (Volpedo 1993); adicionalmente fue utilizada la colección de otolitos de referencias del golfo San Matías (Failla 2002). Los anfípodos fueron clasificados de acuerdo a los géneros de anfípodos más comunes en el área de Mar del Plata (Escofet 1973).
- *análisis cuantitativo:* las presas fueron medidas con calibre (0,1 mm de precisión), contadas, escurridas y pesadas con balanza electrónica (0,01 g de precisión). Las

presas identificadas fueron medidas de acuerdo al siguiente criterio: Largo Total (LT) en cm para peces teleósteos, largo de manto (LM) en cm para cefalópodos, largo total de cefalopereion (LT) en mm para los crustáceos decápodos peneidos, misydáceos y eufáusidos, ancho máximo de caparazón (AC) en mm para los braquiuros y largo total (LT, registrado desde el final del rostro al final del telson) para los estomatópodos. En poliquetos solo se registró el peso y número cuando fue posible.

El número de muestras mínimas se obtuvo a partir de construir las curvas de la media acumulativa del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) versus el número de presas observadas en la dieta de *A. platana* para el total de individuos, para hembras y machos juveniles y en hembras y machos adultos (Barbini 2010). Se utilizó el software R Version 2.11.1 mediante el paquete vegan donde las muestras fueron reordenadas al azar 100 veces, se calculó la media y la desviación estándar y con ello se graficaron las curvas (Oksanen *et al.* 2011). La muestra mínima adecuada para caracterizar la dieta del predador fue considerando cuando al menos dos valores previos alcanzaron el rango ±0,05 de la curva asintótica de diviersidad media (Koen Alonso *et al.* 2002).

Se calcularon las frecuencias absolutas del número de ítems presas y el número de presas por estómago en cada estación del año.

La incidencia de las diferentes especies presas en la dieta fue evaluada mediante el cálculo de la frecuencia de ocurrencia (*%O*), el porcentaje en número (*%N*), y el porcentaje en peso (*%P)* (Hyslop 1980).

Las expresiones utilizadas fueron las siguientes:

-Frecuencia de ocurrencia: $\%O = (n` / N) \times 100$.

-Porcentaje en número: $\%N = (n \times 100) / Np$.

-Porcentaje en peso: $\%P = (p \times 100) / Pp$.

Donde: *n`*: número de estómagos que contienen esa presa, *N*: número total de estómagos examinados con contenido, *n*: número total de individuos de una misma especie presa, *Np*: número total de presas, *p*: peso total de individuos de una presa determinada, *Pp*: peso total de los individuos presas.

Con el *%O*, *%N* y *%P* se calcularon los índices de importancia relativa IRI (Pinkas *et al.* 1971) y el IRI% (Cortés 1997) de la siguiente forma:

$$IRI = \%O\ (\%N + \%P)$$

Donde el *%O* es la frecuencia de ocurrencia en porcentaje, *%N* es el número de presas dadas como porcentaje del número total de presas, y *%P* es el peso de las presas dadas como porcentaje del peso total de la presa, y

$$IRI_i\% = 100\ \mathrm{IRI} / \sum_{i=1}^{n} \mathrm{IRI}_i$$

Adicionalmente, y para evaluar la cantidad de estómagos vacíos, se utilizó el coeficiente de vacuidad (*v*) de Hureau (1970) teniéndose en cuenta las estaciones del año;

$$v = (Ev \times 100)/ N.$$

Siendo, *Ev*: el número de estómagos vacíos y *N*: el número total de estómagos examinados con contenido.

Se calculó la abundancia específica de presas (%P_i) utilizando el número de presas consumidas (Amundsen *et al.* 1996). Para este propósito las presas consumidas fueron agrupadas en las siguientes categorías: cefalópodos, poliquetos, estomatópodos, langostinos, cangrejos, munidas o bogavantes, mysidáceos, anfípodos y peces.

$$\%P_i = (\Sigma S_i / \Sigma S_t) \times 100$$

Donde S_i es el contenido estomacal (volumen, peso o número) compuesto por la presa *i*, y S_t es el total del contenido estomacal en la muestra entera.

La abundancia específica de las presas (%P_i) se graficó en función de la frecuencia de ocurrencia *FO*, tanto para juveniles como para adultos de ambos sexos.

Se calculó el Índice de Superposición Alimentaria (Krebs 1999) entre sexos y entre juveniles y adultos de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\alpha_{x,y} = (2\ \Sigma\ (X_i\ Y_i)) / (\Sigma\ X_i^2 + Y_i^2)$$

Donde X_i e Y_i representan la proporción de ítems i en la dieta de las especies X e Y respectivamente. El índice toma valores entre 0 y 1, donde 0= ausencia de superposición, y 1= superposición total.

Se calculó el Índice de Amplitud Dietaria (Levins 1968), el cual indica la diversidad de la dieta de la especie en estudio,

$$\beta = 1/ (\Sigma P_j^2)$$

Donde P_j es la proporción del ítem j en la dieta. Valores altos del índice indican que el depredador es generalista, y valores bajos que es especialista.

Se determinó la proporción que cada categoría presa (P_j) aporta a la dieta, mediante el índice estandarizado de la composición de la dieta (Cortés 1999)

$$P_j = \sum_{i=1}^{n} P_{ij} \; N_i / \sum_{j=1}^{n} \left(\sum_{i=1}^{n} P_{ij} \; N_i \right)$$

Donde P_{ij} es la proporción de la categoría presa j en el estudio i, N_i es el número de estómagos con alimento, usados para calcular P_{ij} en el estudio i, n es el número de estudios, j es el número de categorías presas y $\sum P_i = 1$.

Una vez obtenido el P_j se calculó el nivel trófico (NT) para *A. platana* de la siguiente forma:

$$NT = 1 + \left(\sum_{j=1}^{10} P_j \; NT_j \right)$$

Donde, NT_j es el nivel trófico de cada categoría presa j y P_j es la proporción de cada categoría presa. Los niveles tróficos de los grupos de presas que se utilizaron, fueron obtenidos de Pauly *et al.* 1998 y Cortés 1999.

Las estructuras de las tallas ingeridas se establecieron a partir de la longitud de las presas. Las mismas fueron comparadas entre sexos y entre juveniles y adultos para

estimar la existencia de preferencias del depredador. La significancia estadística fue evaluada mediante el empleo del test de Kolmogorov-Smirnov (Sokal and Rohlf 1987) para datos continuos (α= 0,05), mediante la siguiente fórmula:

$$D(\alpha, n1+n2)= 1,358 \sqrt{(n_1+n_2)/(n_1*n_2)}$$

A partir de las longitudes de las presas *Pleoticus muelleri* y *Pterygosquilla armata armata* y la longitud total del predador se calculó el coeficiente de correlación de Spearman por medio del programa Gradhpad.

RESULTADOS

Número de muestras mínimas

El valor en el cual se alcanzó la asíntota de la curva de diversidad media fue de 288 estómagos para el total individuos analizados (Figura 1). Las curvas para determinar el tamaño mínimo de las muestras alcanzaron la asíntota en: 138 estómagos en hembras juveniles (Figura 2), en 186 estómagos en machos juveniles (Figura 3), en 91 en hembras adultas (Figura 4) y en los machos adultos fue a los 114 estómagos (Figura 5). Los resultados indican que el tamaño de la muestra analizado fue adecuado para *A. platana*. Del examen de las tallas muestreadas 216 estómagos correspondieron a hembras juveniles, de los cuales el 98,61% presentó al menos una presa, y 261 a machos juveniles con un 93,87% de sus estómagos con contenido. En un total de 268 ejemplares adultos, 115 hembras presentaron un 97,39% de presas en distintos grados de digestión, mientras que en 153 machos fue un 96,08%.

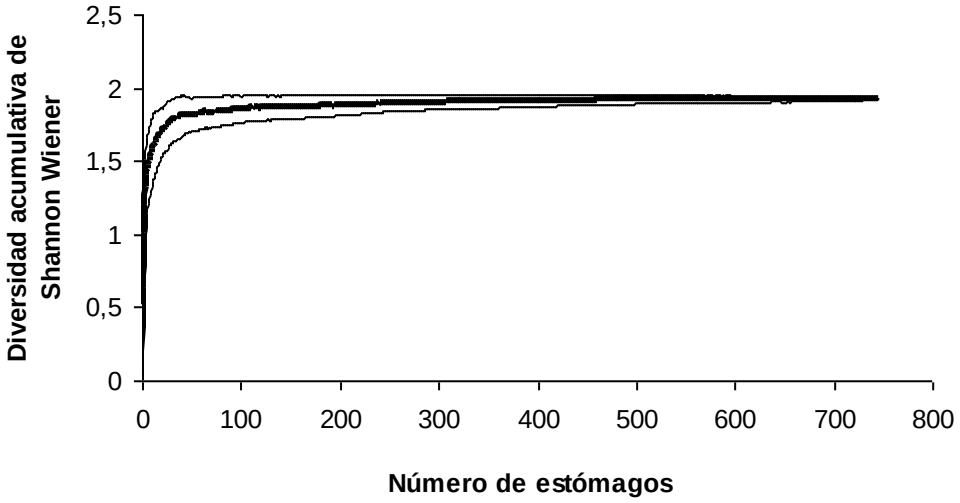


Figura 1: *Atlantoraja platana*. Curva acumulativa de diversidad media de Shannon-Wiener de especies presas versus el número total de estómagos analizados (*n*= 745). Línea gruesa: diversidad media, líneas finas: desvío estandar.

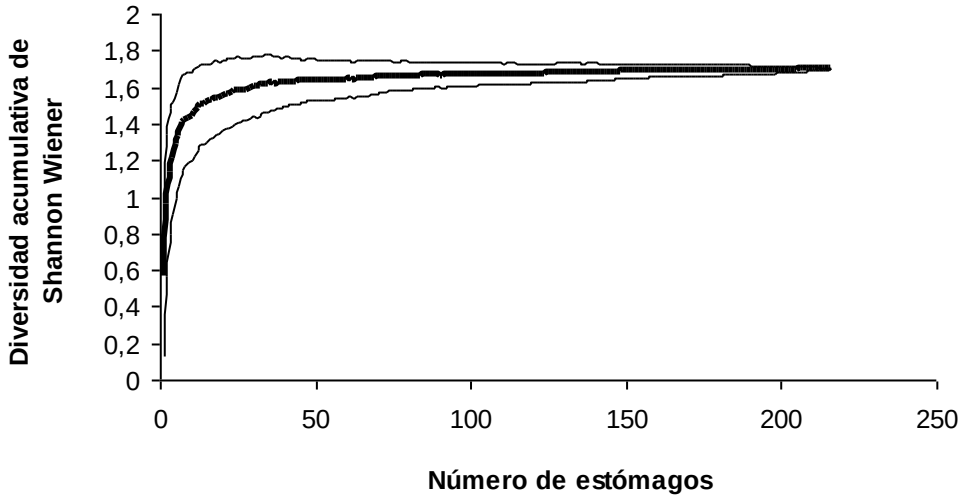


Figura 2: *Atlantoraja platana*. Curva acumulativa de diversidad media de Shannon-Wiener de especies presas versus el número total de estómagos analizados en hembras juveniles (*n*= 216). Línea gruesa: diversidad media, líneas finas: desvío estandar.

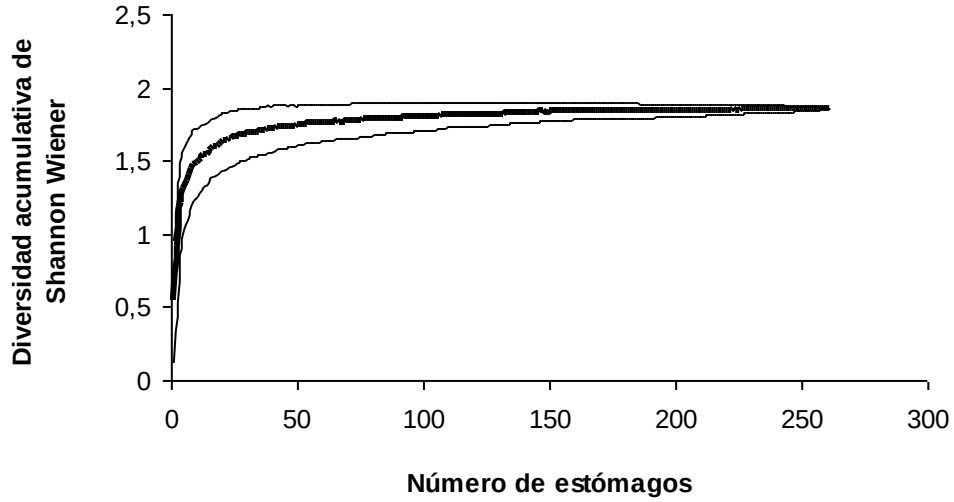


Figura 3: *Atlantoraja platana*. Curva acumulativa de diversidad media de Shannon-Wiener de especies presas versus el número total de estómagos analizados en machos juveniles (*n*= 261). Línea gruesa: diversidad media, líneas finas: desvío estandar.

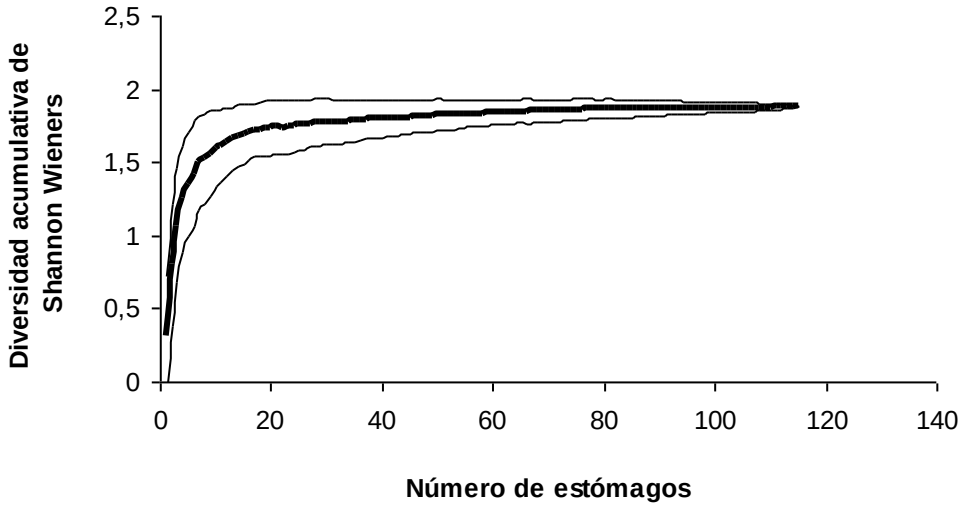


Figura 4: *Atlantoraja platana*. Curva acumulativa de diversidad media de Shannon-Wiener de especies presas versus el número total de estómagos analizados en hembras adultas (*n*= 115). Línea gruesa: diversidad media, líneas finas: desvío estandar.

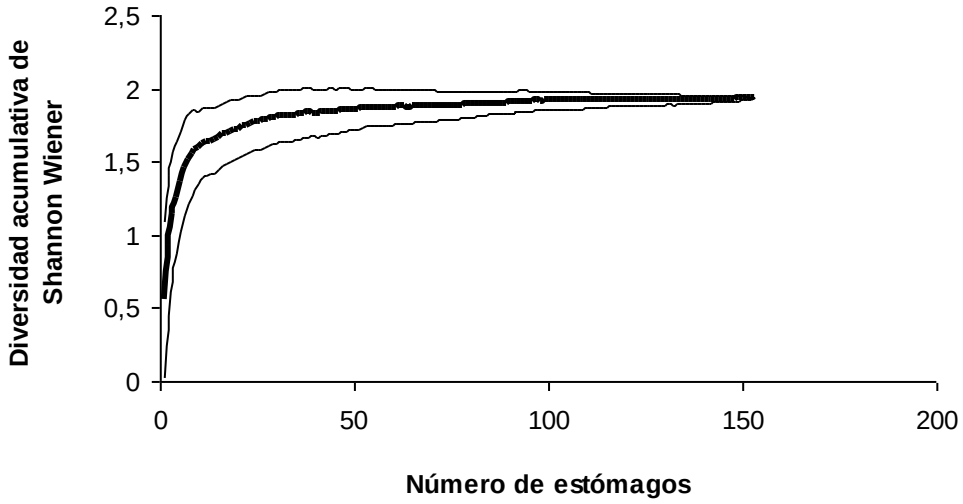


Figura 5: *Atlantoraja platana*. Curva acumulativa de diversidad media de Shannon-Wiener de especies presas versus el número total de estómagos analizados en machos adultos (*n*= 153). Línea gruesa: diversidad media, líneas finas: desvío estandar.

El número de presas diferentes identificadas en el total de los estómagos de los individuos analizados, fue de 37. El número de items presas distintas encontrado por estómago en individuos de *A. platana* varió de 1 a 7 (Figura 6).

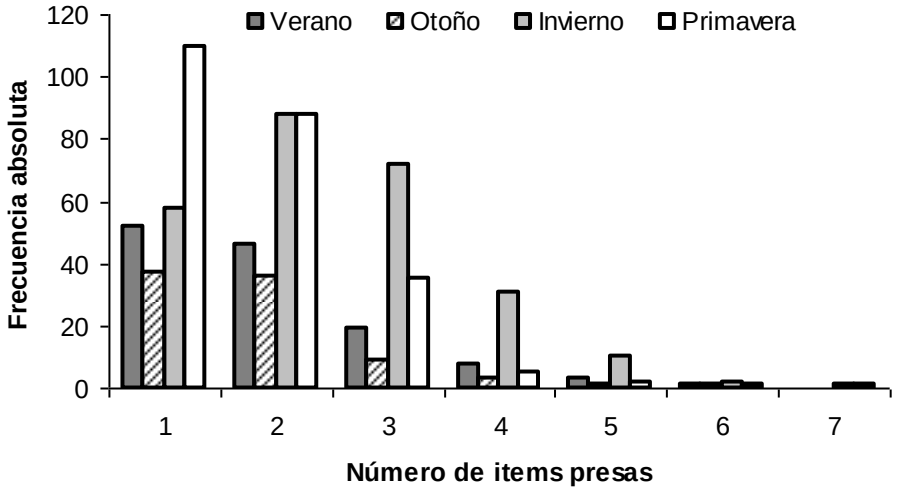


Figura 6. *Atlantoraja platana*. Cantidad de ítem presas por estómago y su frecuencia de ocurrencia (*n*= 745).

Al analizarse estacionalmente se evidenció que más del 85 % de los individuos contuvieron entre 1 y 9 presas en sus estómagos (Figura 7).

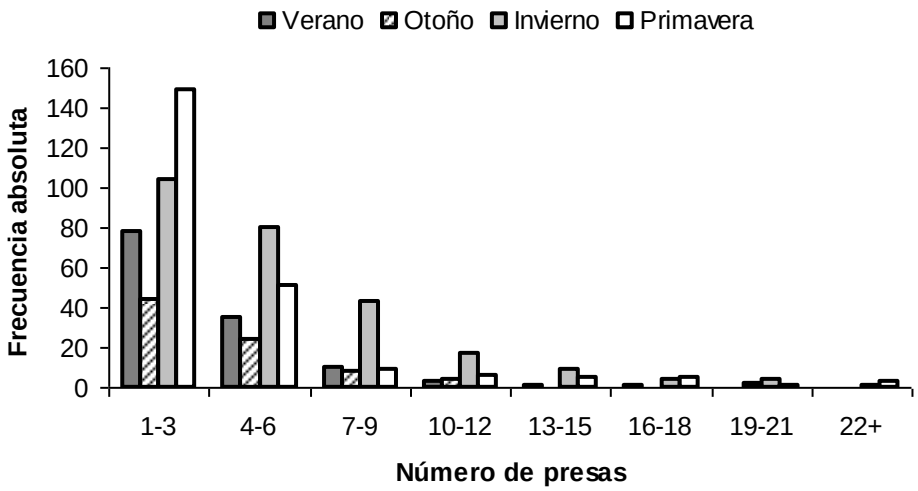


Figura 7. *Atlantoraja platana*. Número total de presas contenidas por estómago en cada estación del año.

Composición dietaria de *A. platana*

La dieta de *A. platana* estuvo compuesta por diversos ítems pertenecientes a 12 taxones: Anélidos: poliquetos *spp.*; Moluscos: bivalvos (*Thracia spp.*) y cefalópodos (*Eledone massyae, Illex argentinus, Loligo spp.*); Crustáceos: estomatópodos (*Pterygosquilla armata armata*), eucáridos: eufáusidos (*Euphausia lucens*), decápodos: caridea (*Alpheus puapeba, Betaeus lilianae, Peisos petrunkevitchi, Pleoticus muelleri* y *Pontocaris boschii*), brachyura (*Leurocyclus tuberculosus, Libidoclaea granaria, Libinia spinosa, Peltarion spinosulum, Pinnixa brevipollex, Platyxanthus patagonicus*) y anomura (*Munida gregaria, Munida subrugosa*); Peracáridos: myscidáceos (*Eucopia spp.*), anfípodos (*Anfipodo gammaridea, Anfipodo hiperiidea*) e isópodos *spp.*; Peces: osteíctios (*Agonopsis chiloensis, Engraulis anchoita, Genypterus brasiliensis, Merluccius hubbsi, Macruronus magellanicus, Porichthys porosissimus, Raneya fluminensis*) y condrictios (Rajidae) (Tabla I) (Figura 8).

Tabla I. Composición de la dieta *A. platana* del Golfo San Matías expresada por el *%O*= Frecuencia de ocurrencia, *%N*= Porcentaje en número del ítems presa, *%P*= Porcentaje en peso del ítems presa, *IRI*= Índice de importancia relativa de las presas ingeridas y *%IRI*= Porcentaje del Índice de importancia relativa.

Grupo/Taxón	%O	%N	%P	IRI	%IRI
ANELIDOS					
POLIQUETOS	**0,54**	**0,12**	**0,02**	**0,08**	**0,00**
Poliquetos s/i	0,54	0,12	0,02	0,08	0,00
MOLUSCOS					
BIVALVOS	**0,13**	**0,03**			
Thracia spp	0,13	0,03	-----	-----	-----
CEFALOPODOS	**4,16**	**1,01**	**6,51**	**31,29**	**0,35**
Eledone massyae	1,48	0,37	4,03	6,49	0,10
Illex argentinus	1,21	0,28	1,54	2,20	0,03
Loligo spp	0,54	0,15	0,93	0,58	0,01
Cefalópodo s/i	0,94	0,21	0,01	0,21	0,00
CRUSTACEOS					
MALACOSTRACOS					
HOPLOCARIDOS					
ESTOMATOPODOS	**49,40**	**36,09**	**9,47**	**2250,56**	**25,47**
Pterygosquilla armata armata	49,40	36,09	9,47	2250,56	**34,86**
EUCARIDOS					
EUFAUSIDOS	**0,13**	**0,80**	-----	-----	-----
Euphausia lucens	0,13	0,80	-----	-----	-----
DECAPODOS					
CARIDEA	**66,31**	**33,88**	**44,70**	**5210,15**	**58,96**
Alpheus puapeba	19,60	6,57	3,00	187,67	2,91
Betaeus lilianae	0,27	0,06	0,02	0,02	0,00
Peisos petrunkevitchi	0,27	0,06	-----	-----	-----
Pleoticus muelleri	53,15	25,34	41,29	3541,68	**54,86**
Pontocaris boschii	2,95	1,17	0,25	4,19	0,06
Langostino s/i	2,55	0,68	0,12	2,04	0,03
BRACHYURA	**17,32**	**4,85**	**4,01**	**153,46**	**1,74**
Leurocyclus tuberculosus	0,54	0,12	0,05	0,09	0,00
Libidoclaea granaria	4,43	1,11	0,94	9,06	0,14
Libinia spinosa	0,81	0,18	0,11	0,24	0,00
Peltarion spinosulum	9,66	2,79	2,79	53,93	0,84
Pinnixa brevipollex	0,54	0,12	0,01	0,07	0,00
Platyxanthus patagonicus	0,27	0,06	0,04	0,03	0,00
Cangrejo s/i	2,01	0,46	0,07	1,07	0,02
ANOMURA	**0,81**	**0,18**	**0,20**	**0,31**	**0,00**
Munida gregaria	0,13	0,03	0,03	0,01	0,00
Munida subrugosa	0,27	0,06	0,09	0,04	0,00
Munida s/i	0,40	0,09	0,09	0,07	0,00
PERACARIDOS	**15,17**	**16,71**	**0,27**	**257,53**	**2,91**
MYSIDACEOS					
Eucopia sp	14,50	16,34	0,27	240,71	**3,73**
ANFIPODOS					
Anfipodo gammaridea	0,94	0,31	-----	-----	-----
Anfipodo hiperiidea	0,13	0,03	-----	-----	-----
ISOPODOS					
Isopodo s/i	0,13	0,03	-----	-----	-----
PECES	**22,68**	**6,33**	**34,82**	**933,28**	**10,56**
Agonopsis chiloensis	0,13	0,03	0,01	0,00	0,00
Engraulis anchoita	9,40	2,30	2,28	43,03	0,67
Genypterus brasiliensis	2,95	0,89	7,54	24,91	0,39
Merluccius hubbsi	3,62	0,98	15,12	58,37	0,90
Macruronus magellanicus	2,82	0,83	6,82	21,55	0,33
Porichthys porosissimus	0,67	0,15	1,33	0,99	0,02
Raneya fluminensis	0,81	0,18	1,25	1,15	0,02
Raya s/i	0,13	0,03	0,01	0,01	0,00
Peces s/i	3,49	0,92	0,46	4,82	0,07

s/i: sin identificar

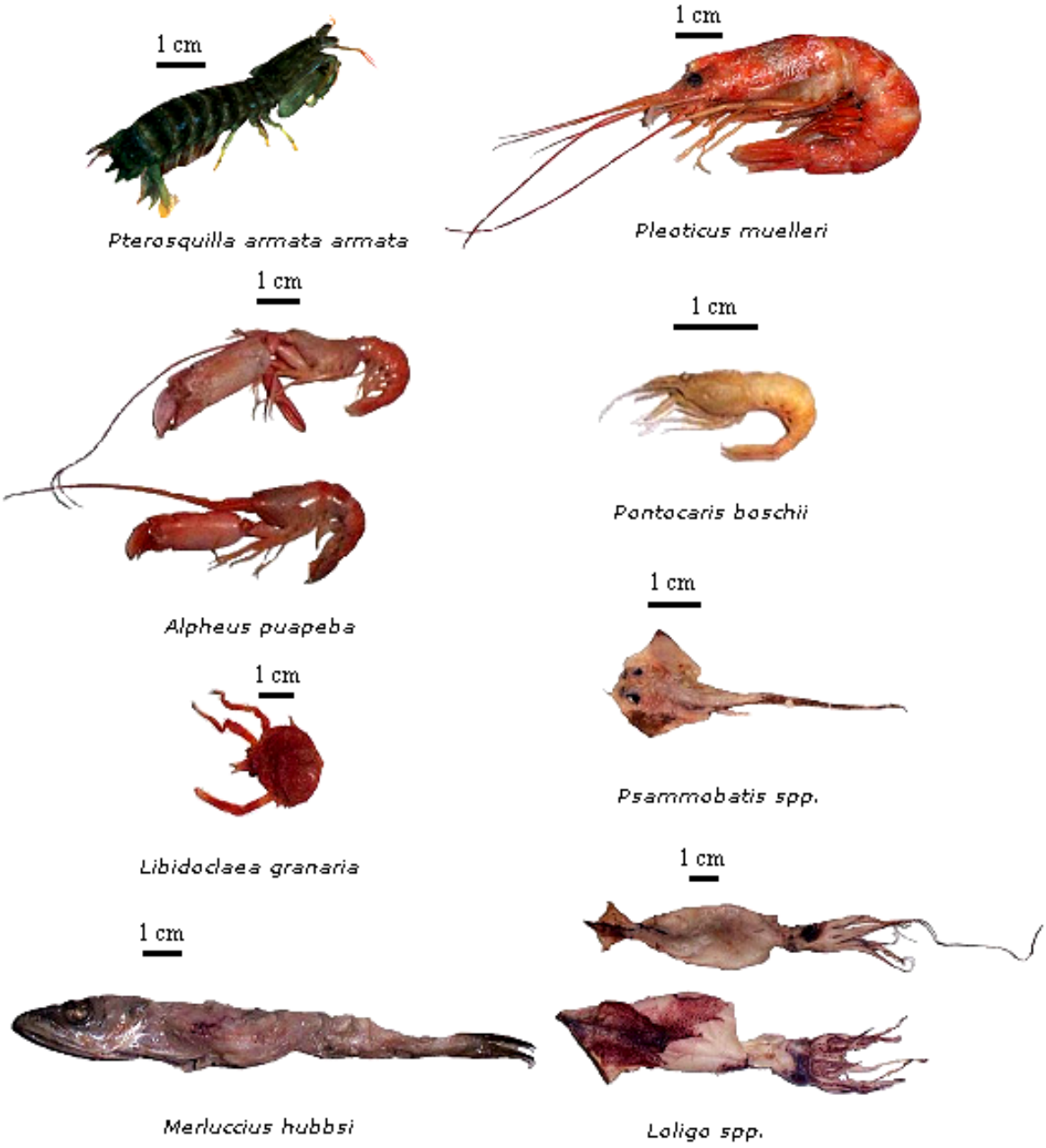


Figura 8. *Atlantoraja platana*. Diversas presas ingeridas en distintos grados de digestión que fueron encontradas en los estómagos durante el análisis de la dieta.

Al analizar los valores obtenidos del *%IRI* para cada especie en particular los mismos indican que las presas ingeridas con mayor grado de importancia para *A. platana* son dentro de los crustáceos el langostino *Pleoticus muelleri* el principal ítem (*%IRI*= 54,86%), y en segundo orden se encuentra el estomatópodo *Pterygosquilla armata armata* (*%IRI*= 34,86%). Si se analiza el *%IRI* por grupos de presas se observa también que dentro de los Crustáceos los Caridea o langostinos, representan el 58,96% seguido por los Estomatópodos con un 25,47%, mientras que el grupo de los Peces se ubica en tercer lugar con un valor del 10,56%. De esta manera puede concluirse que la especie es de hábitos tróficos epibentónicos con predominancia a la carcinofagia.

Al considerar la dieta de los individuos juveniles entre sexos se observó que en las hembras *P. armata armata* y *P. muelleri* fueron los más representativos (*%IRI*= 45,65 y *%IRI*= 44,14 respectivamente), mientras que en los machos estuvo constituida principalmente por *P. muelleri* con el *%IRI*= 52,01 seguido de *P. armata armata* con un *%IRI*= 33,48. En tercer lugar se observó a *Eucopia spp*. pero con valores muy inferiores *%IRI*= 4,09 en hembras y *%IRI*= 8,60 en machos. Cuando se consideró por grupos de presas se observa que en las hembras y en los machos el mayor porcentaje fue para los langostinos con un 55,28% y 69,39% respectivamente, seguido por los estomatópodos con un 34,45% en hembras y 28,96 en machos, el tercer lugar lo ocuparon los peces con el 3,87% en las hembras mientras que los peracáridos alcanzaron el 3,47%, siendo el caso inverso para los machos con 7,73% en los peracáridos y 2,60% en los peces (Tabla II).

Tabla II. Composición de la dieta en juveniles de *A. platana* del Golfo San Matías expresada por el ***%O***= Frecuencia de ocurrencia, ***%N***= Porcentaje en número del ítems presa, ***%P***= Porcentaje en peso del ítems presa, ***IRI***= Índice de importancia relativa de las presas ingeridas y ***%IRI***= Porcentaje del Índice de importancia relativa.

Juveniles	Hembras					Machos				
Grupo/Taxón	***%O***	***%N***	***%P***	***IRI***	***%IRI***	***%O***	***%N***	***%P***	***IRI***	***%IRI***
ANELIDOS										
POLIQUETOS	**0,93**	**0,16**	**0,05**	**0,19**	**0,00**	**0,77**	**0,17**	**0,08**	**0,19**	**0,00**
Poliquetos s/i	0,93	0,16	0,05	0,19	0,00	0,77	0,17	0,08	0,19	0,00
MOLUSCOS										
BIVALVOS	**0,46**	**0,08**	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Thracia spp	0,46	0,08	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
CEFALOPODOS	**4,17**	**0,79**	**3,90**	**19,56**	**0,17**	**0,77**	**0,17**	**1,99**	**1,66**	**0,02**
Eledone massyae	0,46	0,08	0,02	0,05	0,00	0,38	0,09	1,99	0,80	0,01
Illex argentinus	0,93	0,16	0,07	0,21	0,00	-----	-----	-----	-----	-----
Loligo spp	0,93	0,24	3,79	3,72	0,04	-----	-----	-----	-----	-----
Cefalópodo s/i	1,85	0,32	0,03	0,64	0,01	0,38	0,09	-----	-----	-----
CRUSTACEOS										
MALACOSTRACOS										
HOPLOCARIDOS										
ESTOMATOPODOS	**70,37**	**40,35**	**16,69**	**4013,663**	**34,45**	**50,19**	**31,11**	**16,65**	**2397,40**	**28,96**
Pterygosquilla armata armata	70,83	40,35	16,69	4040,10	**45,65**	49,43	31,11	16,65	2360,78	**33,48**
EUCARIDOS										
EUFAUSIDOS	-----	-----	-----	-----	-----	**0,38**	**2,25**	-----	-----	-----
Euphausia lucens	-----	-----	-----	-----	-----	0,38	2,25	-----	-----	-----
DECAPODOS										
CARIDEA	**75,46**	**31,41**	**53,93**	**6440,071**	**55,28**	**62,84**	**32,58**	**58,83**	**5743,79**	**69,39**
Alpheus puapeba	25,00	6,41	5,77	304,57	3,44	21,84	6,31	6,70	284,07	4,03
Betaeus lilianae	0,46	0,08	0,07	0,07	0,00	0,38	0,09	0,05	0,05	0,00
Peisos petrunkevitchi	-----	-----	-----	-----	-----	0,77	0,17	-----	-----	-----
Pleoticus muelleri	56,48	21,44	47,72	3906,31	**44,14**	49,04	24,03	50,75	3667,05	**52,01**
Pontocaris boschii	2,78	0,55	0,17	2,02	0,02	3,45	1,47	1,16	9,06	0,13
Langostino s/i	4,63	0,87	0,18	4,88	0,06	1,92	0,52	0,18	1,33	0,02
BRACHYURA	**25,46**	**5,142**	**7,491**	**321,6747**	**2,761**	**13,41**	**3,98**	**6,10**	**135,10**	**1,63**
Leurocyclus tuberculosus	0,46	0,08	0,02	0,05	0,00	-----	-----	-----	-----	-----
Libidoclaea granaria	6,48	1,19	1,81	19,42	0,22	3,45	0,95	0,77	5,92	0,08
Libinia spinosa	0,93	0,16	0,08	0,22	0,00	0,77	0,17	0,07	0,18	0,00
Peltarion spinosulum	15,28	3,01	5,47	129,46	1,46	7,28	2,33	4,99	53,30	0,76
Pinnixa brevipollex	-----	-----	-----	-----	-----	1,15	0,26	0,06	0,36	0,01
Cangrejo s/i	4,17	0,71	0,14	3,54	0,04	1,15	0,26	0,22	0,55	0,01
ANOMURA	**1,3889**	**0,237**	**0,437**	**0,936175**	**0,008**	**0,38**	**0,09**	-----	-----	-----
Munida gregaria	0,46	0,08	0,11	0,09	0,00	-----	-----	-----	-----	-----
Munida subrugosa	0,46	0,08	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Munida s/i	0,46	0,08	0,32	0,19	0,00	0,38	0,09	-----	-----	-----
PERACARIDOS	**22,222**	**17,72**	**0,455**	**403,9322**	**3,467**	**22,99**	**26,62**	**1,20**	**639,57**	**7,73**
MYSIDACEOS										
Eucopia sp	20,37	17,33	0,45	362,15	**4,09**	22,22	26,10	1,19	606,49	**8,60**
ANFIPODOS										
Anfipodo gammaridea	0,93	0,40	0,00	0,37	0,00	1,15	0,43	0,01	0,51	0,01
Anfipodo hiperiidea	-----	-----	-----	-----	-----	0,38	0,09	-----	-----	-----
PECES	**21,296**	**4,114**	**17,03**	**450,2865**	**3,865**	**11,88**	**3,03**	**15,09**	**215,13**	**2,60**
Agonopsis chiloensis	-----	-----	-----	-----	-----	0,38	0,09	0,05	0,05	0,00
Engraulis anchoita	8,80	1,50	2,00	30,80	0,35	7,28	1,73	3,35	37,00	0,52
Genypterus brasiliensis	0,93	0,32	6,49	6,31	0,07	-----	-----	-----	-----	-----
Merluccius hubbsi	2,78	0,55	5,56	16,97	0,19	1,92	0,52	10,42	20,96	0,30
Macruronus magellanicus	2,31	0,40	2,10	5,78	0,07	0,77	0,17	0,89	0,82	0,01
Porichthys porosissimus	-----	-----	-----	-----	-----	0,38	0,09	0,04	0,05	0,00
Raneya fluminensis	0,46	0,08	0,13	0,10	0,00	0,77	0,17	0,13	0,23	0,00
Raya s/i	0,46	0,08	0,05	0,06	0,00	-----	-----	-----	-----	-----
Peces s/i	6,02	1,19	0,70	11,37	0,13	1,15	0,26	0,26	0,60	0,01

s/i: sin identificar

En las hembras adultas *P. muelleri* tuvo el mayor valor del con un *%IRI*= 64,55 y en los machos fue de *%IRI*= 66,19 siendo *P. armata armata* el segundo en importancia con un valor de *%IRI*= 21,45 en hembras y de *%IRI*= 24,17 en machos. El tercer lugar estuvo representado por *Genipterus brasiliensis* (Ophidiidae) en las hembras con un *%IRI*= 5,02 y en los machos lo hizo *Merluccius hubbsi* (Merlucciidae) con un *%IRI*= 3,45. Al analizarse el *%IRI* por grupos de presas los langostinos son lo principales en hembras y en machos con valores de 80,98% y 35,59% respectivamente, le siguieron los peces con 38,22% en las hembras y 33,32% en los machos, mientras que los estomatópodos representaron el 14,99% y 27,27% respectivamente (Tabla III)

Tabla III. Composición de la dieta de los adultos en *A. platana* del Golfo San Matías expresada por el ***%O***= Frecuencia de ocurrencia, ***%N***= Porcentaje en número del ítems presa, ***%P***= Porcentaje en peso del ítems presa, ***IRI***= Índice de importancia relativa de las presas ingeridas y ***%IRI***= Porcentaje del Índice de importancia relativa.

Adultos	Hembras					Machos				
Grupo/Taxón	*%O*	*%N*	*%P*	*IRI*	*%IRI*	*%O*	*%N*	*%P*	*IRI*	*%IRI*
MOLUSCOS										
CEFALOPODOS	**6,77**	**3,47**	**21,08**	**166,27**	**3,01**	**4,58**	**1,56**	**7,68**	**42,28**	**0,50**
Eledone massyae	4,69	2,48	9,45	55,94	1,58	-----	-----	-----	-----	-----
Illex argentinus	1,56	0,74	3,19	6,15	0,17	2,61	0,89	1,13	5,29	0,09
Loligo spp	0,52	0,25	0,05	0,16	0,00	0,65	0,22	-----	-----	-----
Cefalópodo s/i	-----	-----	-----	-----	-----	1,31	0,45	0,02	0,61	0,01
CRUSTACEOS										
MALACOSTRACOS										
HOPLOCARIDOS										
ESTOMATOPODOS	**19,27**	**36,48**	**6,49**	**827,94**	**14,99**	**32,03**	**34,38**	**37,59**	**2304,91**	**27,27**
Pterygosquilla armata armata	18,75	36,48	3,90	757,11	**21,45**	32,03	34,38	7,68	1346,84	**24,17**
DECAPODOS										
CARIDEA	**45,31**	**35,98**	**62,76**	**4474,11**	**80,98**	**62,09**	**44,64**	**3,81**	**3008,36**	**35,59**
Alpheus puapeba	9,38	4,96	0,96	55,57	1,57	11,11	6,47	1,59	89,64	1,61
Pleoticus muelleri	33,85	30,52	36,79	2278,79	**64,55**	52,94	34,15	35,53	3688,95	**66,19**
Pontocaris boschii	0,52	0,50	0,02	0,27	0,01	3,92	2,68	0,22	11,38	0,20
Langostino s/i	-----	-----	-----	-----	-----	3,27	1,34	0,25	5,21	0,09
BRACHYURA	**8,33**	**4,71**	**2,08**	**56,65**	**1,03**	**16,34**	**6,47**	**0,39**	**112,17**	**1,33**
Leurocyclus tuberculosus	0,52	0,25	0,06	0,16	0,00	1,31	0,45	0,11	0,73	0,01
Libidoclaea granaria	1,04	0,50	0,16	0,68	0,02	5,23	1,79	1,52	17,28	0,31
Libinia spinosa	1,04	0,50	0,20	0,73	0,02	-----	-----	-----	-----	-----
Peltarion spinosulum	4,17	2,48	0,82	13,75	0,39	7,84	3,57	2,14	44,82	0,80
Pinnixa brevipollex	-----	-----	-----	-----	-----	0,65	0,22	0,02	0,16	
Platyxanthus patagonicus	1,04	0,50	0,10	0,62	0,02	-----	-----	-----	-----	-----
Cangrejo s/i	1,04	0,50	0,01	0,52	0,01	1,31	0,45	0,01	0,59	0,01
ANOMURA	**0,52**	**0,25**	**0,04**	**0,15**	**0,00**	**0,65**	**0,22**	**0,02**	**0,16**	**0,00**
Munida subrugosa	-----	-----	-----	-----	-----	0,65	0,22	0,39	0,40	0,01
Munida s/i	0,52	0,25	0,03	0,14	0,00	-----	-----	-----	-----	-----
PERACARIDOS	**1,04**	**0,50**	-----	-----	-----	**3,27**	**2,23**	**49,34**	**168,55**	**1,99**
MYSIDACEOS										
Eucopia sp	1,04	0,50	-----	-----	-----	2,61	2,01	0,00	5,26	0,09
ISOPODOS										
Isopodo s/i	-----	-----	-----	-----	-----	0,65	0,22	0,02	0,16	0,00
PECES	**22,92**	**18,61**	**73,53**	**2111,51**	**38,22**	**25,49**	**10,49**	**99,99**	**2816,14**	**33,32**
Agonopsis chiloensis										
Engraulis anchoita	5,73	3,23	1,18	25,23	0,71	13,73	5,36	3,94	127,68	2,29
Genypterus brasiliensis	9,38	5,71	13,19	177,15	**5,02**	1,31	0,45	3,28	4,87	0,09
Merluccius hubbsi	4,17	2,73	11,39	58,85	1,67	5,23	1,79	34,97	192,20	**3,45**
Macruronus magellanicus	4,69	3,47	13,44	79,31	2,25	3,92	1,12	3,75	19,08	0,34
Porichthys porosissimus	0,52	0,25	1,56	0,94	0,03	1,96	0,67	3,11	7,40	0,13
Raneya fluminensis	1,56	0,74	3,01	5,87	0,17	-----	-----	-----	-----	-----
Peces s/i	4,17	2,48	0,48	12,34	0,35	3,27	1,12	0,29	4,61	0,08

s/i: sin identificar

Índice de vacuidad

El índice de vacuidad (*v*) para el total de estómagos analizados fue de *v*= 3,8. Tanto juveniles y adultos de ambos sexos en las distintas estaciones, presentaron generalmente bajos valores, siendo nulos en otros, como se observa en el otoño para las

hembras juveniles y adultas y en invierno tanto en hembras como en machos ya sean juveniles o adultos, el máximo valor de *v* fue inferior a 15 (Tabla IV).

Tabla IV. ***n***= Número de estómagos examinados y ***v***= índice de vacuidad, porcentaje de individuos que se hallaron con el estómago vacío, según el sexo y estado de madurez de los individuos analizados en las distintas estaciones del año.

Juveniles	***n***=♀	***v***	***n***= ♂	***v***
Verano	65	3,1	52	1,9
Otoño	28	0	31	3,2
Invierno	93	0	81	0
Primavera	30	3,3	97	14,4

Adultos	***n***= ♀	***v***	***n***= ♂	***v***
Verano	22	4,5	45	2,2
Otoño	8	0	21	9,5
Invierno	53	0	39	0
Primavera	30	6,6	48	6,3

Abundancia específica de presas

En las hembras juveniles los langostinos tuvieron más del 75% de *O* y más del 46% de *Pi* o *%N*, los estomatópodos superaron el 70% de *O* y 60% de *Pi*, el grupo de los peracáridos, constituidos principalmente por los mysidáceos, alcanzaron un alto porcentaje en la abundancia especifica con baja frecuencia de ocurrencia (22% *O* y 64% *Pi*), el resto de los grupos se encontraron entre 0,93% y 22% de *O* y entre 16% y 22% de *Pi* (Figuras 8). En los machos la *O* fue de 63% y el *Pi* de 45% para los langostinos, en los estomatópodos fue de 50% la *O* y 49% de *Pi*, los myscidáceos alcanzaron 23% de *O* y 61% de *Pi*, y para el resto de los grupos estuvo entre 0,77 y 13% de *O* y entre 4 y 22% de *Pi* (Figura 9). En los adultos las hembras alcanzaron un 45% de *O* y 58% de *Pi* en los langostinos los estomatópodos alcanzaron un 19% y 45% de *O* y *Pi* respectivamente y los peces tuvieron una *O* de 22% y el *Pi* fue de 37%, mientras que las demás categorías estuvieron entre 0,52 y 8,33% de *O* y entre 12 y 20% de *Pi* (Figuras 10). Los machos alcanzaron un 62% de *O* y 56% de *Pi* para los langostinos, en los estomatópodos los valores fueron de 32% de *O* y 62% de *Pi*, los peces tuvieron 26% de *O* y 37% de *Pi*, el resto estuvo entre 0,65 y 16% de *O* y entre 29 y 34% de *Pi* (Figuras 11).

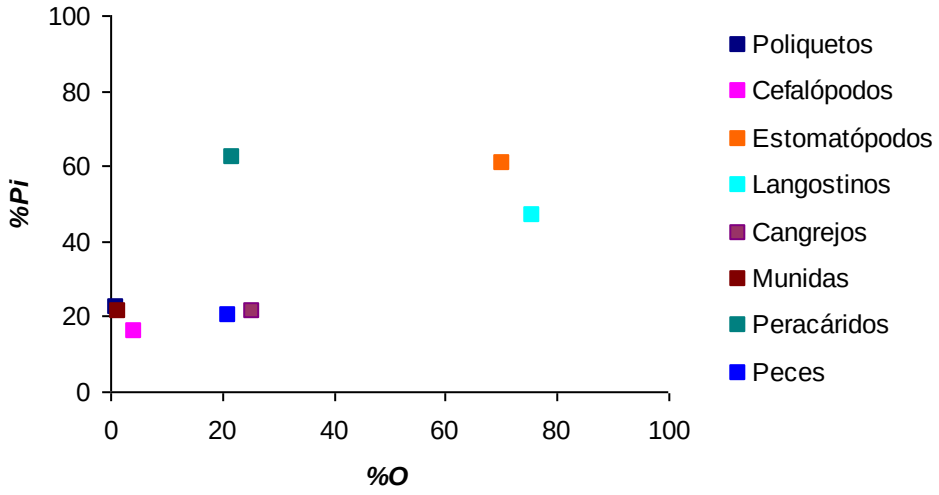


Figura 8: *Atlantoraja platana*. Importancia de los ítems presa, *%O* (Frecuencia de ocurrencia) y $\%P_i$ (Abundancia específica de las presas en número) consumidos por las hembras juveniles (*n*= 216).

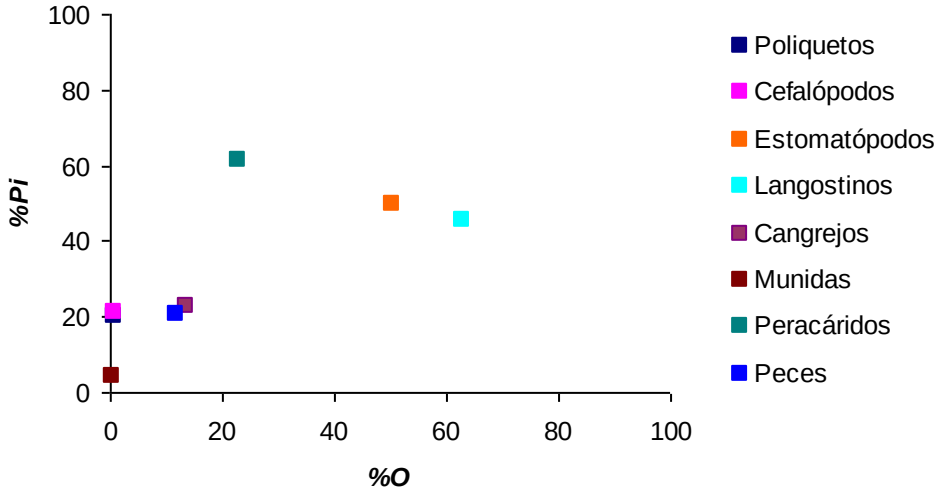


Figura 9: *Atlantoraja platana*. Importancia de los ítems presa, *%O* (Frecuencia de ocurrencia) y $\%\ P_i$ (Abundancia específica de las presas en número) consumidos por los machos juveniles (*n*= 261).

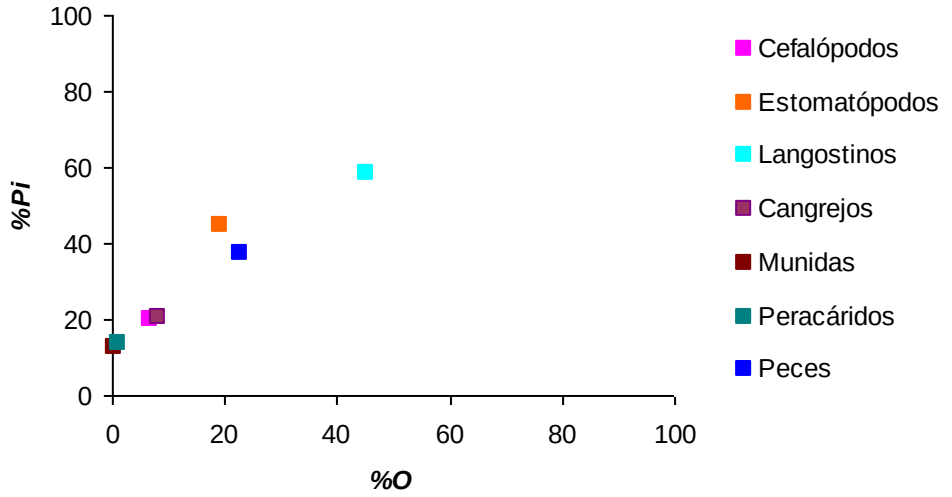


Figura 10: *Atlantoraja platana*. Importancia de los ítems presa, *%O* (Frecuencia de ocurrencia) y $\%P_i$ (Abundancia específica de las presas en número) consumidos por las hembras adultas (*n*= 115).

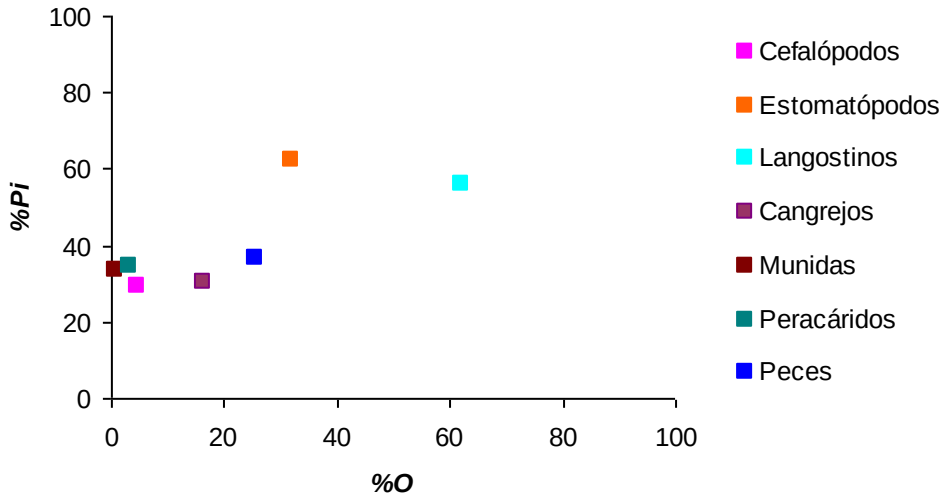


Figura 11: *Atlantoraja platana*. Importancia de los ítems presa, *%O* (Frecuencia de ocurrencia) y $\%P_i$ (Abundancia específica de las presas en número) consumidos por los machos adultos (*n*= 153).

Superposición de dieta, amplitud dietaria y nivel trófico

Atlantorja platana presenta un alto grado de superposición de la dieta entre sexos (α= 0,99) tanto en juveniles (α= 0,98) como en adultos (α= 0,95).

Por otra parte se determinó que las rayas platanas presentan una baja amplitud dietaria siendo el valor de β= 0,23. Mientras que el nivel trófico obtenido fue de NT= 3,79 ubicándolas como predadores secundarios (NT< 4). En la Tabla V se indican los NT de las categorías o grupos presas usadas para obtener dicho valor.

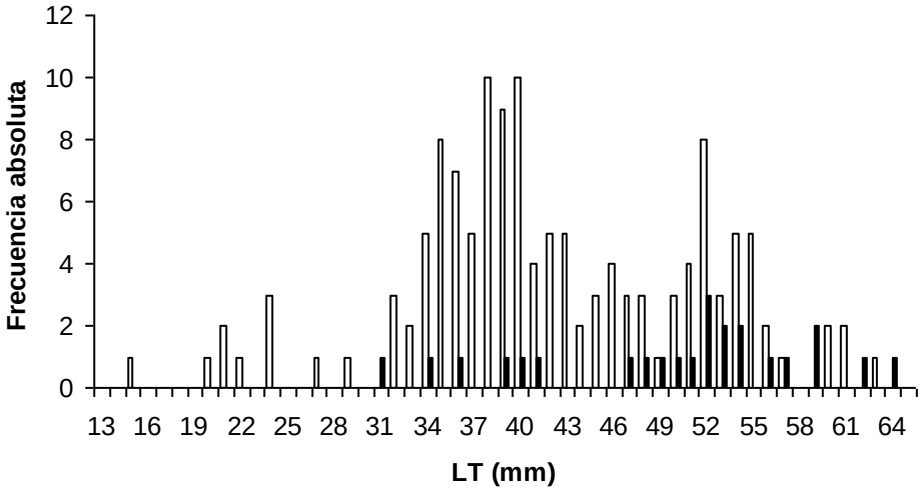
Tabla V. Categorías de las presas consumidas por *A. platana* y los niveles tróficos (NT) de las mismas tomado de Pauly *et al.* 1998a, Cortés 1999 y Ebert & Bizarro 2007.

	Grupo	Descripción	NT
Cr	Crustáceos stomatópoda y decápoda	Estomatópodos, camarones, langostinos y cangrejos	2,52
Cef	Cefalópodos	Calamarres, calamaretes y pulpos	3,2
Ptp	Peces teleósteos pequeños	Peces teleósteos pequeños, cupleidos, scorpaenidos, clinidos	2,7
Ptel	Peces teleósteos	Peces teleósteos excepto los pequeños (clupeidos, scorpaenidos, clinidos)	3,24
Pcart	Peces cartilaginosos	Tiburones, rayas y holocéfalos	3,65
Mol	Moluscos	Moluscos excluyendo los cefalópodos	2,1
Pol	Poliquetos	Poliquetos	2,6
Anf	Anfípodos	Anfípodos	3,18
Mis	Miscidaceos	Miscidáceos	2,25
Oinv	Otros invertebrados	Otros invertebrados (larvas sin identificar)	2,5

Depredación selectiva

Del análisis de las tallas ingeridas se observan que existen diferencias significativas entre las longitudes totales de *P. armata armata* consumidas por hembras juveniles y adultas, ($D_{máx}$= 0,39 y $D_{(0,05,\ 135,24)}$= 0,30 P< 0,05) y entre machos juveniles y adultos ($D_{máx}$= 0,32 y $D_{(0,05,\ 76,36)}$ = 0,27 P< 0,05) (Figura 12).

A



B

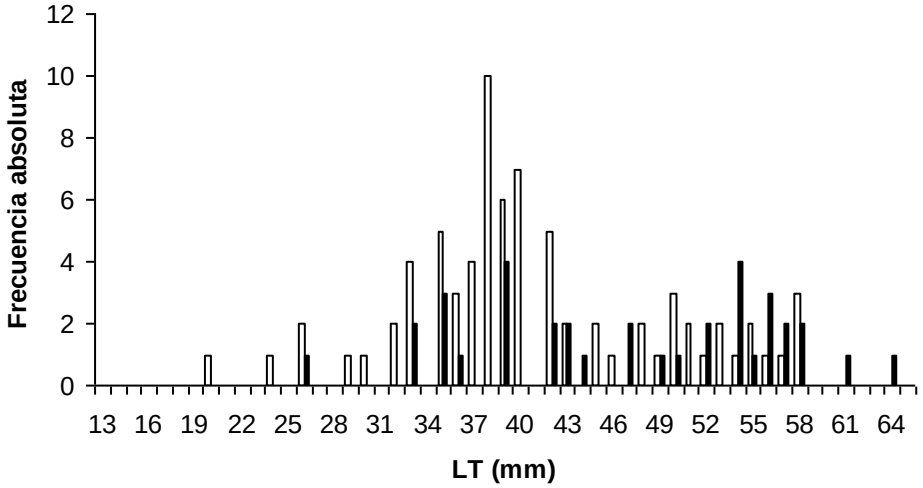
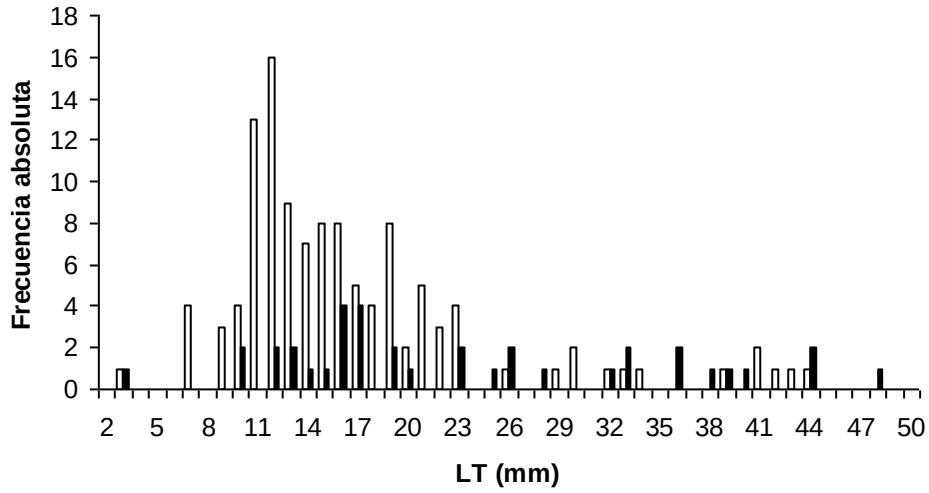


Figura 12. *Atlantoraja platana*. Distribución de frecuencias de tallas ingeridas de *Pterygosquilla armata armata*. A. □ hembras juveniles (*n*= 135), ■ hembras adultas (*n*= 24). B. □ machos juveniles (*n*= 76), ■ machos adultos; (*n*= 36).

Existieron diferencias entre las tallas de *P. muelleri* ingeridas por las hembras juveniles y adultas ($D_{máx}$= 0,31 y $D_{(0,05,117,84)}$= 0,25 P< 0,05) como también entre los machos juveniles y adultos para la misma presa ($D_{máx}$= 0,26 y $D_{(0,05,\ 129,75)}$= 0,25 P< 0,05) (Figura 13 A y B).

A



B

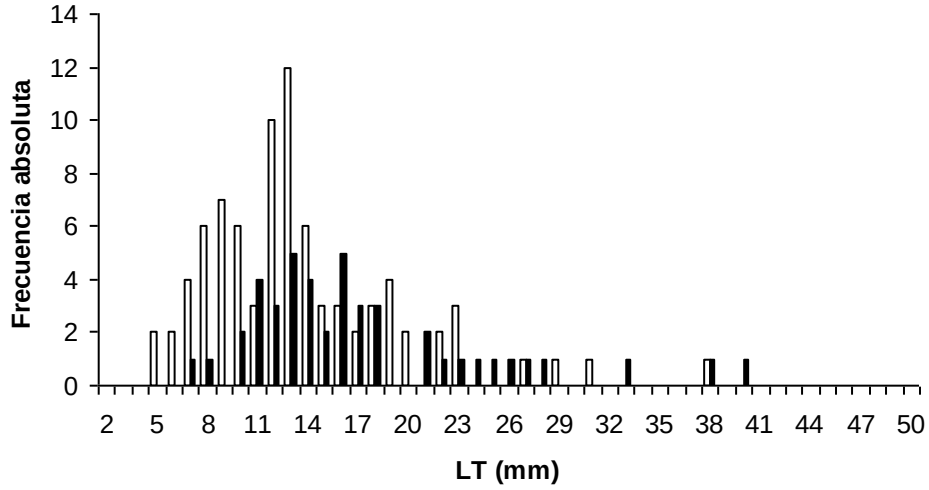


Figura 13. *Atlantoraja platana*. Distribución de frecuencias de tallas ingeridas de *Pleoticus muelleri*. A. □ hembras juveniles (*n*= 117), ■ hembras adultas (*n*= 37). B. □ machos juveniles (*n*= 84), ■ machos adultos; (*n*= 45).

Existieron diferencias entre las tallas de los peces ingeridos por los juveniles y los adultos de ambos sexos ($D_{máx}$= 0,50 y $D_{(0,05,14,23)}$= 0,46 P< 0,05). Las longitudes de los peces variaron entre: 11,35 y 18 cm de LT en *Merluccius hubbsi* (n= 13), entre 13 y 23 cm de LT en *Macruronus magellanicus* (n= 6), entre 9,17 y 30 cm de LT en

Genypterus brasiliensis (n= 17) y para *Raneya fluminensis* (n= 2) de 20 a 26 cm de LT (Figura 14).

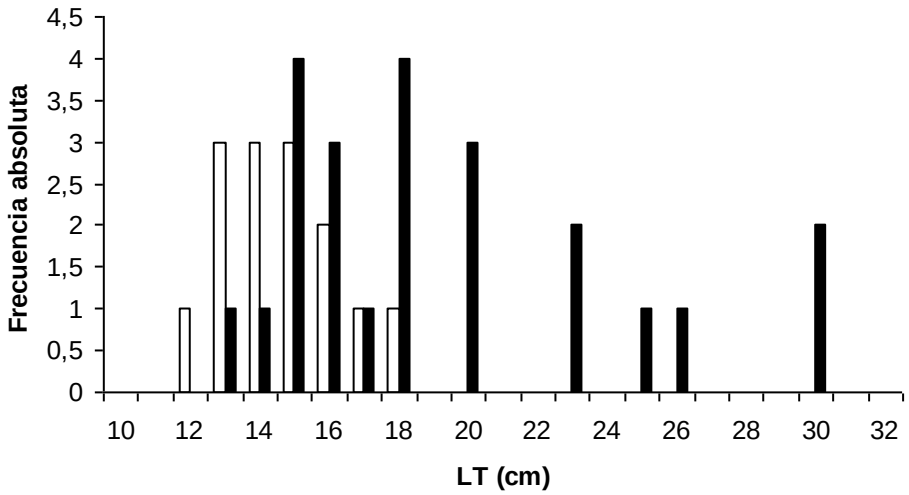


Figura 14. *Atlantoraja platana*. Distribución de frecuencias de tallas ingeridas de peces en ambos sexos; juveniles (*n*= 14), ■ adultos (n= 23).

Con respecto a *Eucopia spp*. la distribución de tallas ingeridas fue graficada para los juveniles de ambos sexos ya que en los adultos su insidencia fue casi nula (Figura 15).

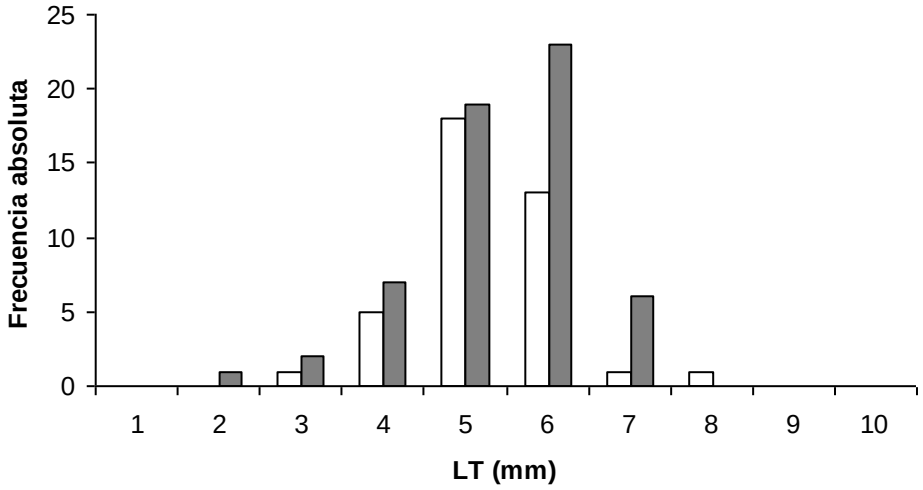


Figura 15. *Atlantoraja platana*. Distribución de frecuencias de tallas ingeridas de *Eucopia spp.* Juveniles; □ hembras (*n*= 39), ■ machos (*n*= 58).

Existió una correlación positiva entre el tamaño de la presa y el tamaño del depredador, para las dos presas mas abundantes encontradas en los contenidos estomacales de machos y hembras, *Pleoticus muelleri* (Spearman r= 0, 3159; *P*< 0,05) y *Pterygosquilla armata armata* (Spearman r= 0,3866; *P*< 0,05). Cambios ontogenéticos en el tamaño de la boca podrían explicar las diferencias entre lo que consumen los juveniles y los adultos, ya que en las dos presas analizadas, se observa que los adultos ingieren tanto individuos pequeños como grandes.

DISCUSIÓN

Este trabajo constituye el primer aporte en describir la dieta y relaciones tróficas de *A. platana* en aguas del Atlántico Sudoccidental. Únicamente existe como antecedente de datos de alimentación de esta especie del Golfo San Matías, la mención realizada por Zaro (1979) basada en una muestra de cuatro ejemplares; la misma hace referencia a la presencia de restos de peces (*Lampanyctus australis*), crustáceos peneidos (*Artemesia longinaris*) y moluscos cefalópodos (*Loligo brasiliensis*). El presente estudio caracterizó a la especie como consumidora secundaria y predadora epibentónica de crustáceos o carcinófaga.

Atlantoraja platana presenta un alto porcentaje de estómagos con más de un ítem presa durante el año. Esta estrategia constante de alimentación ha sido reportada para otras rayas (Lucifora *et al.* 2000, Braccini & Perez 2005, Mabragaña *et al.* 2005, San Martín *et al.* 2006, Mabragaña & Giberto 2007, Bizarro *et al.* 2007, Rinewalt *et al.* 2007, Robinson *et al.* 2007, Barbini 2010) y estarían asociadas al tipo de alimentación epibéntica. La práctica descripta se diferencia de la observada para varias especies de tiburones quienes tendrían una alimentación discontinua, es decir tiempos cortos de ingesta seguidos de largos periodos de digestión (Wetherbee & Cortés 2004, Braccini & Perez 2005, Braccini *et al.* 2005, Robinson *et al.* 2007) que corresponderían a la modalidad de predadores pelágicos o semidemersales.

Algunas especies de rayas del Mar Argentino con hábitos epibentónicos son, al igual que *A. platana* carcinófagas: *Psammobatis extenta*, *P. bergi*, *P. normani*, *P. rudis*, *Bathyraja magellanica*, *Amblyraja doellojuradoi*, *B. multispinis* y *Sympterygia bonapartii*, *S. acuta*, *Rioraja agassizi*, *A. cyclophora* (Braccini & Perez 2005, San

Martín *et al.* 2006, Mabragaña & Giberto 2007, Sánchez & Mabragaña 2002, Barbini 2010). Similarmente en otras regiones del mundo se encuentran *B. kincaidii*, *Dipturus polyommata* (Ebert & Bizarro, 2007; Rinewalt *et al.* 2007, Bizarro *et al.* 2007, Kyne *et al.* 2008). Otras especies presentan una dieta preferentemente anelidófaga, *P. normani*, *B. macloviana* y *B. albomaculata* (Sánchez & Mabragaña 2002, Mabragaña *et al.* 2005, Scenna *et al.* 2006). Un tercer grupo de rayas como *D. chilensis*, *B. griseocauda*, y *B. brachyurops*, *Raja rhina*, *B. brachyorops*, *Raja clavata* que comparten hábitats diferentes a los largo del ciclo de vida, son carcinófagas-epibentónicas en la etapa juvenil y semidemersales o pelágicas-ictiófagas-malacófagas (cefalópodos), en la etapa adulta (García de la Rosa 1998, Lucifora *et al.* 2000, Koen Alonso *et al.* 2001, Sánchez & Mabragaña 2002, Robinson *et al.* 2007, Belleggia *et al.* 2008, Saglam & Bascinar 2008).

Dentro de lo peces cartilaginosos los cambios ontogénicos y estacionales en la composición de la dieta son frecuentes (Di Giácomo & Perier 1996b, García de la Rosa 1998, Lucifora *et al.* 2000, Koen Alonso *et al.* 2001, Lucifora 2003, Braccini & Perez 2005, San Martín *et al.* 2006, Barbini 2010). Si bien *A. platana* mostró diferencias en las tallas de las presas ingeridas, estas se explican por una limitante morfológica en el tamaño de la boca entre los individuos juveniles y adultos y no debido a una depredación selectiva, ya que en los ejemplares adultos de ambos sexos fue posible observar junto a las presas de mayor tamaño, individuos de tallas pequeñas. Este patrón fue descripto para otras especies de elasmobranquios (Schartf *et al.* 2000, Braccini *et al.* 2005, Barbini *et al.* 2011). Los ítems alimenticios no variaron entre ambas etapas del ciclo de vida y se pudo observar que en el caso de los peces, tanto juveniles como adultos optaron por los mismas especies: *Engraulis anchoita*, *Genypterus brasiliensis*, *Merluccius hubssi*, *Macruronus magellanicus*, *Porichthys porosissimus* y *Raneya fluminensi*.

Un estudio realizado sobre hábitos alimentarios de *A. cyclophora*, *P. lentiginosa*, *S. bonapartii* y (*D.*) *Z. chilensis* en el Golfo San Matías, mostró que estas especies presentaron altos valores (superiores a 0,90) de superposición dietaria entre sexos (Perier, Com. Per.). El índice de superposición de *A. platana* registró el valor máximo (0,99) para las especies de Rajidae consideradas. El valor de superposición entre sexos para juveniles y para adultos fue superior a 0,95. Wetherbee & Cortés (2004) consideran que los valores altos de solapamiento en la dieta, en el nivel intraespecifico o intrapoblacional son más frecuentes entre pares consecutivos de clases de tamaños y

entre áreas geográficas adyacentes. *A. platana* habita en toda el área del Golfo San Matías, sin segregación de sexos ni de tallas, y la alta superposición calculada puede ser explicada por una importante diversidad de ítems alimenticios presentes en el ecosistema bentónico.

La amplitud dietaria obtenida para esta especie (β= 0,23) es considerada baja y está explicada por la preponderancia alimentaria que presenta en la dieta *P. muelleri* y *P. armata armata*. La existencia de preferencia alimenticia sobre estos ítems o de disponibilidad de crustáceos no puede ser evaluada sin contar con datos de abundancia de estas presas en el ecosistema bentónico. Como factor extrínseco se puede mencionar que las especies presas mencionadas están accesibles durante todo el año. Estas especies fueron consideradas de interés ecológico y denominadas "forrajeras" en un estudio de asociaciones ícticas del Golfo San Matías (Di Giácomo & Perier, 1995) ya que forman parte de la dieta de numerosas especies del hábitat demersal de este ecosistema.

El nivel trófico de un organismo es la posición que éste ocupa dentro de la cadena alimentaria y así define su rol ecológico (Pauly *et al.* 1998). Ebert & Bizarro (2007) determinaron que las familias de rayas, Arhynchobatidae y Rajidae poseen valores similares de niveles tróficos (3,86 y 3,79 respectivamente). Si bien el género *Atlantoraja* no fue incluido en el estudio mencionado, el valor determinado para *A. platana* del Golfo San Matías es coincidente con el valor reportado para la familia (Ebert & Bizarro 2007).

Conocer el hábito alimentario de las especies de un ecosistema y a su vez si las presas ingeridas son de importancia económica o ecológica, así como determinar el rol específico que cada una desempeña dentro de su hábitat, no sólo permitirá incrementar los conocimientos sino que facilitará la toma de decisiones o medidas de manejo en pesquerías multiespecíficas como lo es, la del Golfo San Matías.

Se puede concluir que desde el punto de vista de los hábitos alimentarios *A. platana* es una raya marcadamente epibentónica carcinófaga, siendo el ítem principal ingerido *P. muelleri*, especie de interés comercial que, en el Golfo San Matías, no es explotada comercialmente. La presencia en los contenidos estomacales de peces de interés comercial (anchoíta, merluza, abadejo y merluza de cola) tienen baja incidencia en la dieta, lo cual no produce un impacto apreciable para el manejo pesquero de esos recursos.

CAPÍTULO 5

EDAD Y CRECIMIENTO DE *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) DEL GOLFO SAN MATÍAS

INTRODUCCION

El estudio de la dinámica poblacional de una especie comprende, entre otros objetivos, la estimación de la edad y el cálculo de los parámetros de crecimiento que permitan ser aplicados en la estimación de la edad de reclutamiento, la edad de madurez, la longevidad, la mortalidad natural (Torres *et al.* 2005). En el caso de los elasmobranquios y dada sus características de historia de vida -ya descriptas en capítulos anteriores- la ausencia de información sobre la edad y crecimiento puede constituir un factor limitante en la elaboración de planes de manejo pesquero (Hoff & Musick 1990).

A diferencia de los peces óseos los peces cartilaginosos carecen de estructuras esqueléticas óseas en el cuerpo como otolitos, escamas o huesos usados en los estudios de edad y crecimiento (Cailliet *et al.* 1986). Los centros de las vértebras y otras estructuras esqueletarias (como espinas, dentículos y arcos hemales) son cartílagos calcificados compuestos principalmente de un mineral (hidroxiapatita) depositado dentro de una matriz orgánica (Kerr *et al.* 2006). Este proceso de mineralización ocurre de manera progresiva, generando la formación de bandas o marcas en dichas estructuras, lo que ha permitido el uso de varias técnicas y métodos para determinar la edad y el crecimiento (Daiber 1960, Holden 1972, Holden & Vince 1973, Du Buit 1976, Cailliet *et al.* 1983, Ryland & Ajayi 1984, Brander & Palmer 1985, Fuentealba & Leible 1990, Walmsley-Hart *et al.* 1999, Sulikowski *et al.* 2005, Lessa *et al.* 2006, Licandeo *et al.* 2006, Romine *et al.* 2006, Davis *et al.* 2007, Quiroz *et al.* 2007, Zavatteri 2010).

Factores ambientales como la temperatura del agua o el fotoperíodo, o factores fisiológicos como los patrones de alimentación o ciclo reproductivo, han sido sugeridos como los responsables de la deposición anual de las marcas de crecimiento (Torres *et al.* 2005, Goldman 2004). Existe una gran variabilidad en el patrón de calcificación dentro y entre grupos taxonómicos de peces cartilaginosos (Goldman 2004), por lo que es necesario realizar estudios específicos para cada especie.

Una de las estructuras calcificadas más comunes usadas en los estudios de determinación de edad de los peces cartilaginosos son las vértebras, ya sean enteras o bien, cortes longitudinales o transversales (Rossouw 1984, Cailliet *et al.* 1986, Campana 2001, Goldman 2004, Sulikowski *et al.* 2005, Lessa *et al.* 2006, Licandeo *et al.* 2006, Davis *et al.* 2007).

En este capítulo se presentan la primera determinación de la edad y estimación de los parámetros de crecimiento de la raya *A. platana* del Golfo San Matías.

A. platana es una de las rayas más capturadas y comercializadas en el Golfo San Matías, con más del 60% de individuos juveniles o inmaduros (Estalles *et al.* 2011), la supervivencia de los mismos se sugiere como factor dominante para le mantenimeitno de las poblaciones que están sometidos a una cierta presión pesquera (Stevens *et al.* 2000).

El objetivo de este capítulo es determinar la edad por medio del análisis de los anillos de crecimiento en las vértebras y estimar los parámetros de crecimiento de *A. platana* del Golfo San Matías.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colección y preparación de las muestras

El material utilizado proviene de muestreos llevados a cabo durante campañas de investigación pesquera, muestreos de desembarque y muestreos de observadores a bordo realizados en el Golfo San Matías, durante los años 2004 - 2005 y 2006.

Para determinar la edad y el patrón de crecimiento de los individuos de *A. platana* se seleccionaron, cuando fue posible, cinco ejemplares de la misma talla o largo total (LT) de ambos sexos. El rango de tallas de las hembras fue de 19 a 88 cm y en los machos fue de 21 a 78 cm de LT. Se extrajeron 12 vértebras de una sección comprendida desde el centro de la columna hasta la cintura pélvica que fueron congeladas hasta el momento de su limpieza. Una vez descongelada la muestra, se procedió a la remoción del tejido conectivo extra y los arcos hemales, mediante la utilización de bisturí y tijera. Luego fueron sumergidas durante una hora en hipoclorito de sodio y, posteriormente, en agua destilada por aproximadamente media hora, con el fin de ablandar los vestigios de tejido remanente. Finalmente se dejaron secar y se guardaron en sobrecitos de papel, convenientemente rotulados, hasta el momento de la inclusión en resina poliéster (Goldman 2004).

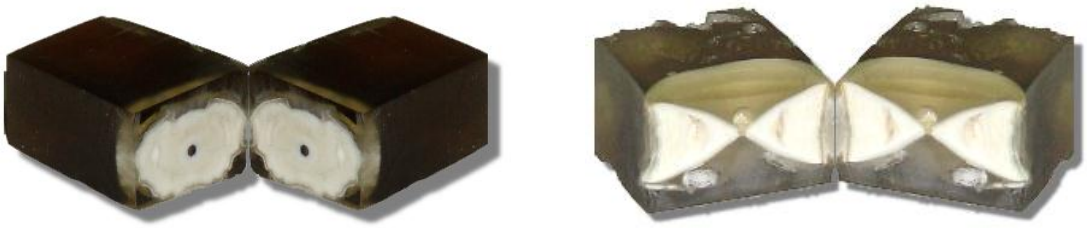
Para llevar a cabo la inclusión se diseñó y confeccionó un molde de caucho de silicona con diferentes medidas, teniendo en cuenta los diámetros de las vértebras (Camarero 2007) (Figura 1). Una solución de resina poliéster 120, monómero de

estireno, catalizador y acelerador fue usada para la inclusión de las vértebras (Figura 2), el centro o foco de cada vértebra fue marcado con tinta previo a la inclusión. Luego fueron seccionadas siguiendo un plano sagital o longitudinal con una cortadora Struers minitom 330CA, con disco de corte diamantado de 127 x 0,4 x 12,7 mm, obteniéndose una lámina de 0,25 a 0,30 milímetros de espesor (Figura 3 y 4). Dicha lámina luego de ser pulida, fue montada con pegamento a un portaobjeto, hasta el momento de la lectura (Figura 5). Las fotos de las figuras de 1 a 5 fueron tomadas de Camarero (2007).

Figura 1. *Atlantoraja platana*. Molde de caucho de silicona con vértebras de diversos tamaños.

Figura 2. *Atlantoraja platana*. Vértebra incluida en resina poliéster.

Figura 3. *Atlantoraja platana*. Corte de las vértebras con disco de diamante.



Corte de vértebra transversal

Corte de vértebra sagital o longitudinal

Figura 4. *Atlantoraja platana*. Cortes aplicables a una vértebra. En este estudio se realizó el sagital o longitudinal.

Figura 5. *Atlantoraja platana*. Pulido de los cortes y montaje en vidrios para su posterior lectura.

Asignación de la edad, precisión y validación

Se leyeron 264 vértebras de hembras y 236 de machos, para ello se utilizó una lupa binocular Wild M5A con un aumento de 25 X, luz transmitida de abajo y equipado con un micrómetro en el ocular. Para realzar las bandas o marcas de crecimiento se utilizó una gota de xilol en cada lectura. Una muestra aleatoria de 146 vértebras fue seleccionada a efectos de comparar las lecturas en forma independiente por dos lectores, sin conocimiento del sexo ni de la talla de los individuos (lectura ciega).

Según Caillet & Goldman (2004) y Goldman (2004) es común el uso de los términos opacos y translúcidos para describir las bandas de crecimiento que ocurren en verano e invierno, respectivamente, aunque los mismos autores señalan que éstas pueden variar dependiendo de la especie, la luz utilizada y la metodología. Es por ello que plantean que el patrón de bandas anchas/estrechas es más coherente y que la diferencia de apariencia entre ambas proporciona la base para la determinación de la

edad. En aguas templadas, las bandas anchas representan el crecimiento rápido de los peces durante los meses de verano cuando las temperaturas son más calientes, y las bandas estrechas representan un crecimiento más lento durante los meses más fríos del invierno (Goldman 2004).

La asignación de edades fue realizada tomando como un año a una banda par, constituida por una zona clara (ancha) y otra oscura (estrecha), que se observan en la zona intermedia y se continúa en la zona del *corpus calcareum*. En la mayoría de los casos se tomó en cuenta la banda del *corpus calcareum* ya que es en la que mejor se observa luego del corte, mientras que la zona intermedia generalmente se pierde.

La marca de nacimiento (edad cero) se consideró como la primera banda que interceptó el *corpus calcareum* y en la cual se observó un cambio pronunciado de ángulo. En tiburones Walter & Ebert (1991) y en rayas (Abdel-Aziz 1992, Francis *et al.* 2001, Sulikowski *et al.* 2003), proponen que estos cambios serían producto de la diferencia entre un crecimiento embrionario rápido y un crecimiento más lento luego del nacimiento (Figura 6).

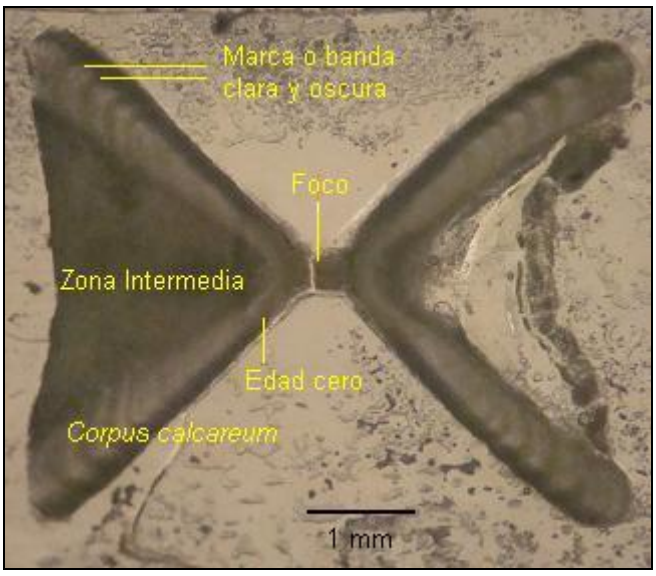


Figura 6. *Atlantoraja platana*. Vértebra en la cual se muestran las zonas de interpretación de las bandas de crecimiento.

Se compararon las lecturas del total de los individuos analizados por cada lector mediante un prueba *t* para medias de dos muestras emparejadas (Zar 1984) y se representaron mediante un gráfico de dispersión.

Se calculó el porcentaje de acuerdo entre los lectores (PAL) teniendo en cuenta solo las edades coincidentes (PAL), cuando se coincidió en ±1 edad y en ±2 edades (PAL ±1) y (PAL±2), respectivamente.

También se calculó la precisión de los conteos de anillos entre los lectores, mediante la aplicación del porcentaje de error medio *APE* (Beamish & Fournier 1981).

$$APE = 100 \times 1/N \sum_{j=1}^{N} (1/R \sum_{i=1}^{R} \left| X_{ij} - X_j \right| / X_j)$$

Donde N es el número de ejemplares, R es el número de veces que ha sido leída la muestra, X_{ij} es la i-ésima determinación de la edad, X_j es la edad promedio calculada para el j-ésimo ejemplar.

Se validó la edad asignada individualmente a partir del incremento marginal del radio (IMR), según Conrath *et al.* (2002) en Caillet *et al.* (2006) y del seguimiento del borde durante un ciclo anual. Un *anulis* generalmente se define como la banda de invierno.

IMR= AM/ABP

Donde; AM es el Ancho del margen y ABP es el Ancho de la Banda Previa.

Alternadamente IMR es una proporción del radio que representa la formación relativa de la nueva banda depositada comparada con la banda previa completamente formada. Las proporciones resultantes son graficadas contra los meses en los cuales se capturaron y un análisis de la varianza de un factor (Kruskal-Wallis) fue usado para testear diferencias en el incremento marginal entre los meses y entre estaciones (Simpfendorfer *et al.* 2000, Sulikowski *et al.* 2003)

Para cada estación del año se calculó el porcentaje de deposición de bandas claras u oscuras en el borde de cada vértebra de ambos sexos.

Se midió el radio total de cada vértebra (RT) y fue convertido en mm, la relación entre el radio total y el largo total en cm (RT-LT), se describió mediante una regresión lineal para ambos sexos (RT= a+b*LT). Se compararon los coeficientes (*b*) de las relaciones mediante la prueba *t* de Student (Zar 1984), planteando como hipótesis nula

la igualdad de las mismas. Se correlacionaron las variables para comprobar si existe isometría en el incremento del diámetro de las vértebras y el crecimiento de los peces.

Modelo de crecimiento y Longevidad

Las estimaciones de los parámetros de crecimiento tanto de las hembras como de los machos, se realizaron utilizando el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (1938) (MCVB).

$$L_t = L_\infty \, (1\text{-}e^{-k(t\text{-}to)})$$

Donde; L_t= longitud a un tiempo t, dado, L_∞= longitud teórica máxima que alcanza el pez o asintótica, k= parámetro de constante de crecimiento o catabólica, t= edad de los peces medida generalmente en años, t_0= edad a la cual la longitud es cero. Los parámetros fueron obtenidos mediante el programa FISHPARM (versión v.3.0, Pragel *et al.* 1987).

La comparación entre sexos de los parámetros de crecimiento calculados se realizó mediante la utilización del coeficiente de verosimilitud, el mismo permite testear estadísticamente la igualdad de los tres parámetros del modelo de Von Bertanlanffy (Cerrato 1990).

Para el cálculo de la longevidad se calculó el momento en que los individuos alcanzarían el 95 % teórico del L_∞ (Natanson *et al.* 2007) de la forma:

$$Longevidad = (1/k) \ln [(L_\infty - L_0)/ L_\infty(1\text{-}X)]$$

Donde: k= constante de crecimiento o catabólica, L_0= longitud del individuo en el tiempo igual a 0 y X= LT/L_∞= 0,95.

Edad de primera madurez sexual

En función del estadio reproductivo de las gónadas en hembras y del grado de calcificación en los mixopterigios en machos, se clasificaron los individuos por clase de

edad en maduros e inmaduros y se estimó la edad de primera madurez sexual, edad a la cual el 50 % de la población se encuentra sexualmente madura, mediante el uso del programa FISHPARM (versión v.3.0, Pragel *et al.* 1987) empleando la función logística para la selección del LT_{50} (P= 1/ {1 + exp(-r[E-E_{50}])}).

RESULTADOS

Asignación de la edad, precisión y validación

Las lecturas realizadas por el primer lector y el segundo lector no presentaron diferencias significativas (t= 1,65 gl= 145 P> 0,05) (Figura 7).

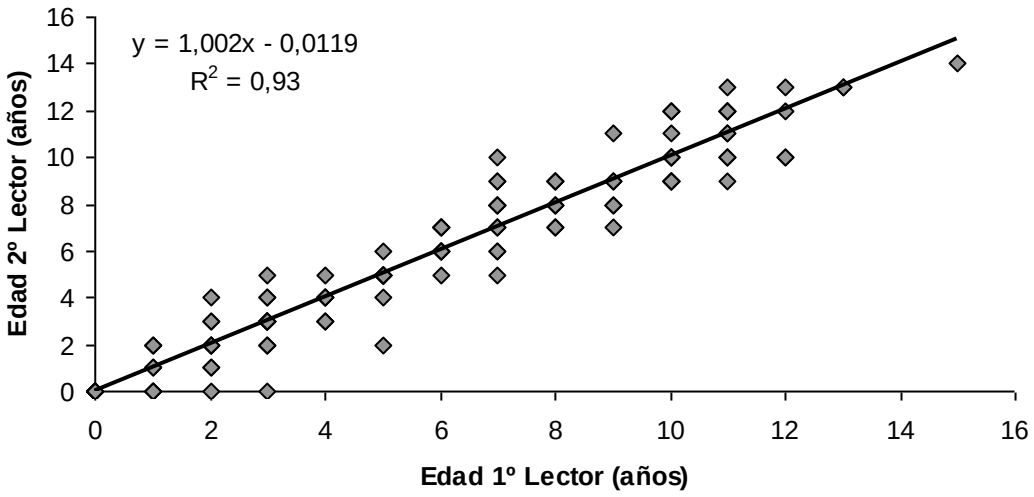


Figura 7. *Atlantoraja platana*. Edades estimadas por el primer lector vs. edades estimadas por el segundo lector en años (n= 146).

Porcentaje de acuerdo entre lectores (PAL)

El mejor resultado obtenido en el PAL se observa al analizar las coincidencias entre las edades con diferencias de ±1 año. Exceptuando la edad 12 la coincidencia siempre fue mayor al 50 % Tabla I.

Tabla I. Porcentajes de Acuerdo entre lectores (PAL): solo las edades coincidentes (PAL), coincidencia en ±1 edad (PAL ±1) y coincidencia en ±2 edades (PAL±2).

Edad (años)	PAL (%)	PAL ±1 (%)	PAL ±2 (%)
0	100,00	100,00	0,00
1	22,22	66,67	0,00
2	42,86	64,29	21,43
3	52,00	80,00	8,00
4	46,67	100,00	0,00
5	57,89	86,84	5,26
6	31,71	75,61	12,20
7	21,05	60,53	10,53
8	34,48	65,52	6,90
9	31,25	62,50	31,25
10	35,29	76,47	17,65
11	16,67	75,00	16,67
12	25,00	50,00	50,00
13	66,67	100,00	0,00
15	50,00	100,00	0,00

Precisión en el conteo de anillos (*APE*)

El cálculo de *APE* para cada sexo fue de 4,17 % en hembras y de 5,25 % en machos (Figura 8), siendo el valor de *APE* para los sexos agrupados de 10 %. La mayor edad calculada fue de 15 años en una hembra de 77 cm de LT y en los machos fue de 13 años para un LT de 68 cm.

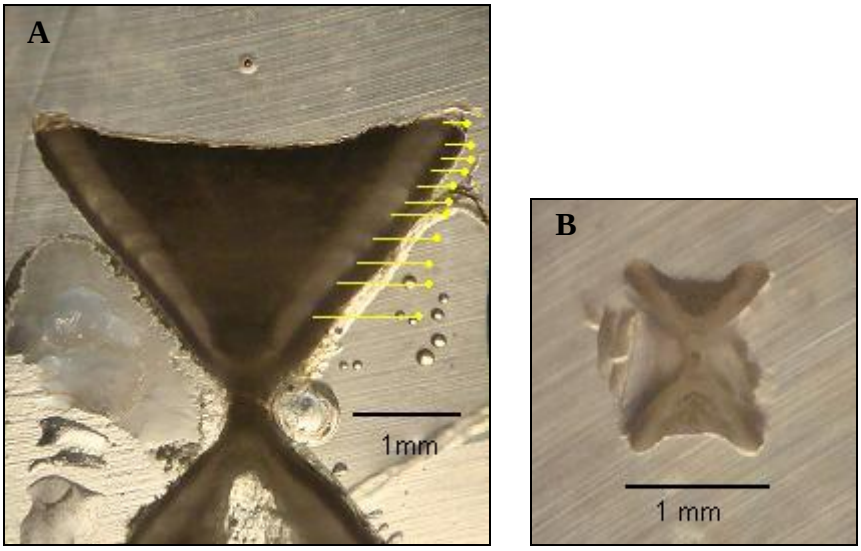


Figura 8. *Atlantoraja platana*. **A.** Corte longitudinal de una vértebra de 11 años de edad en una hembra de 70 cm de LT. **B.** Corte longitudinal de una vértebra de 0 años de edad en un macho de 21 cm de LT.

Incremento Marginal del Radio (IMR)

Se validó el IMR para cada mes y por estación para sexos separados y agrupados. Se tomó en cuenta las edades de 4 a 9 años que fueron las que mejor representaron los incrementos, dado que en ejemplares más grandes los anillos del borde suelen comprimirse dificultando su lectura.

La diferencia entre el incremento marginal y los meses no fue significativo en las hembras (KW= 10,61 $P> 0,05$) (Figuras 9), pero sí se encontraron diferencias significativas en los machos entre julio y noviembre (KW= 20,97 $P< 0,05$) (Figura 10) En el análisis de los sexos agrupados no se encontraron diferencias significativas en los meses (KW= 9,72 $P> 0,05$) (Figura 11).

Al analizarse el IMR en cada estación del año no se encontraron diferencias en las hembras (KW= 4,66 $P> 0,05$) (Figura 12), pero si hubo diferencias significativas en los machos entre otoño y primavera e invierno y primavera (KW= 14,15 $P< 0,05$) (Figura 13). Como así también en los sexos agrupados siendo el invierno y la primavera quienes muestran estas diferencias significativas (Figura 14).

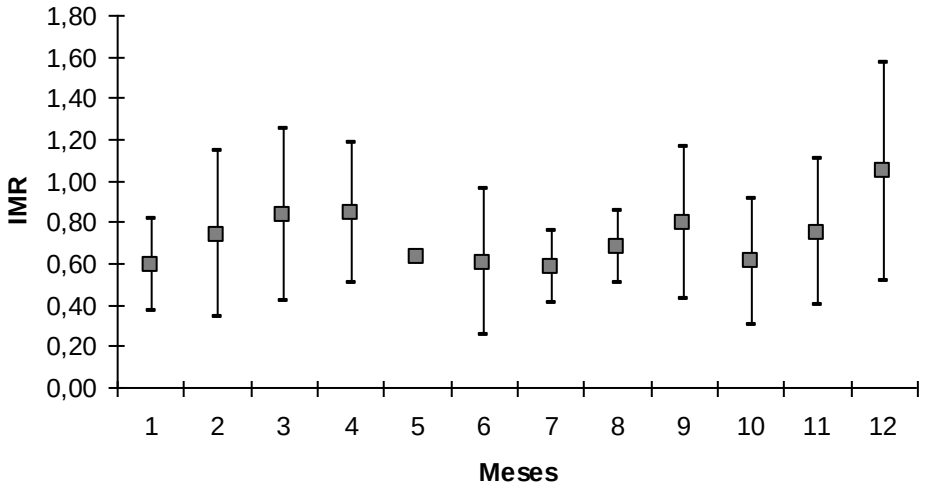


Figura 9. *Atlantoraja platana*. Incremento marginal del radio mensual (± 1 *DE*) en hembras (*n*= 108).

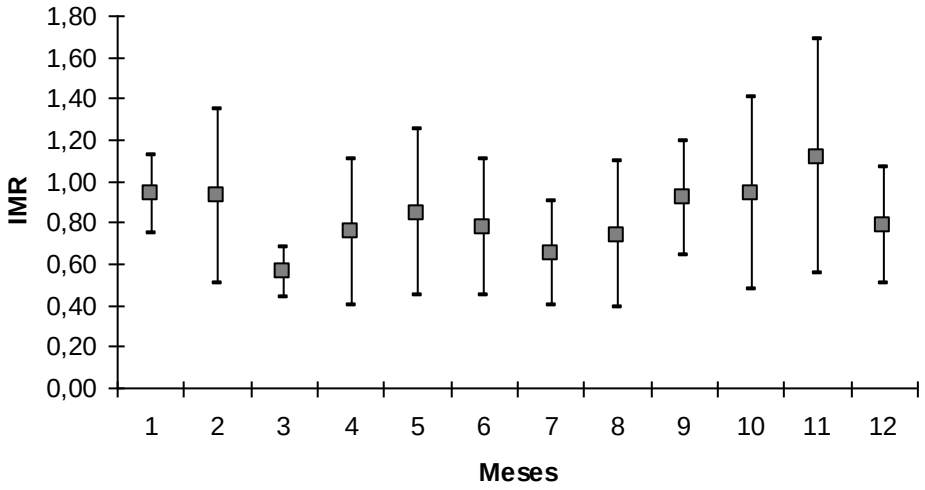


Figura 10. *Atlantoraja platana*. Incremento marginal del radio mensual (± 1 *DE*) en machos (*n*= 123).

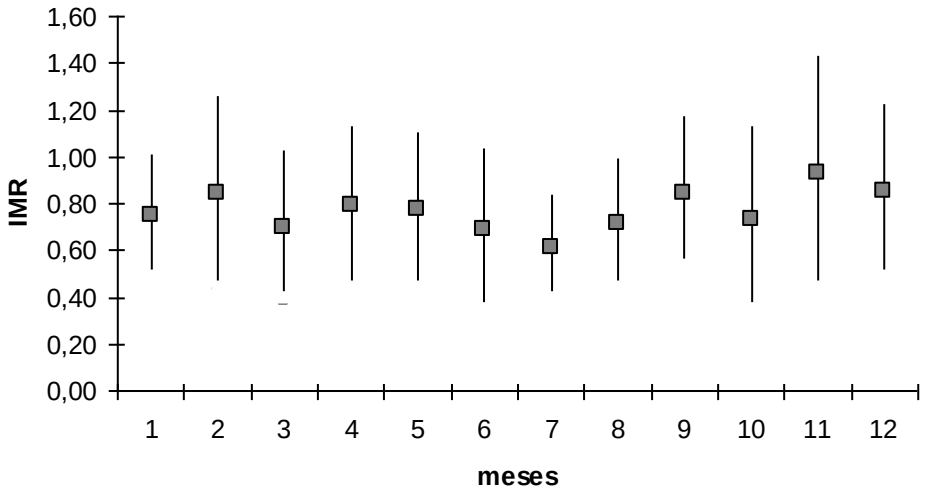


Figura 11. *Atlantoraja platana*. Incremento marginal del radio mensual (± 1 *DE*) en los sexos agrupados (*n*= 231).

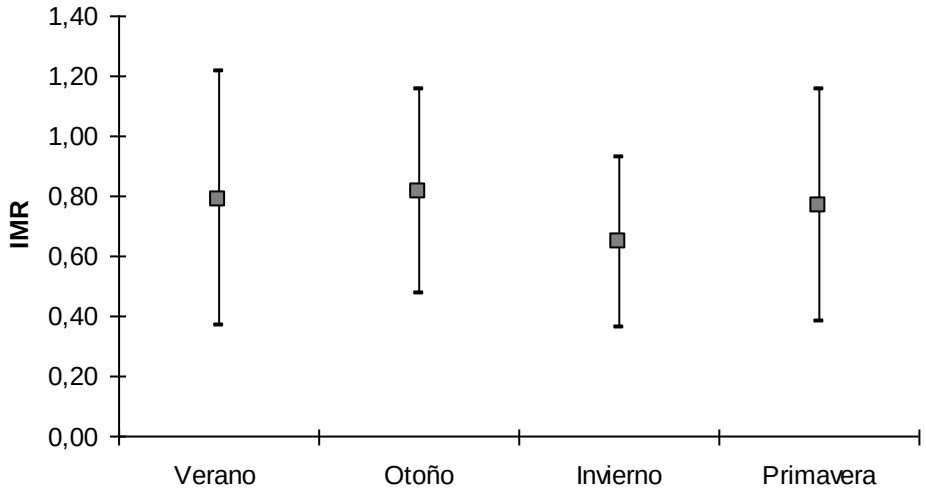


Figura 12. *Atlantoraja platana*. Incremento marginal del radio estacional (± 1 *DE*) en hembras (*n*= 108)

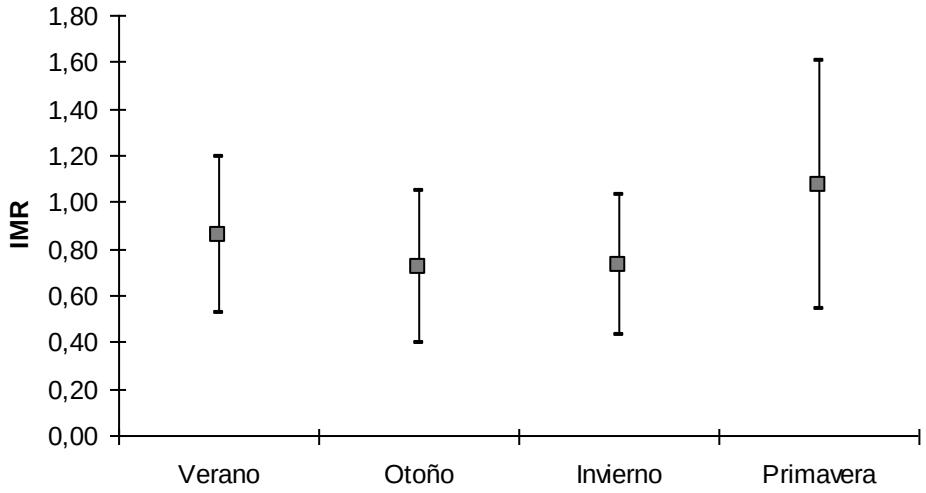


Figura 13. *Atlantoraja platana*. Incremento marginal del radio estacional (± 1 *DE*) en machos (*n*= 123)

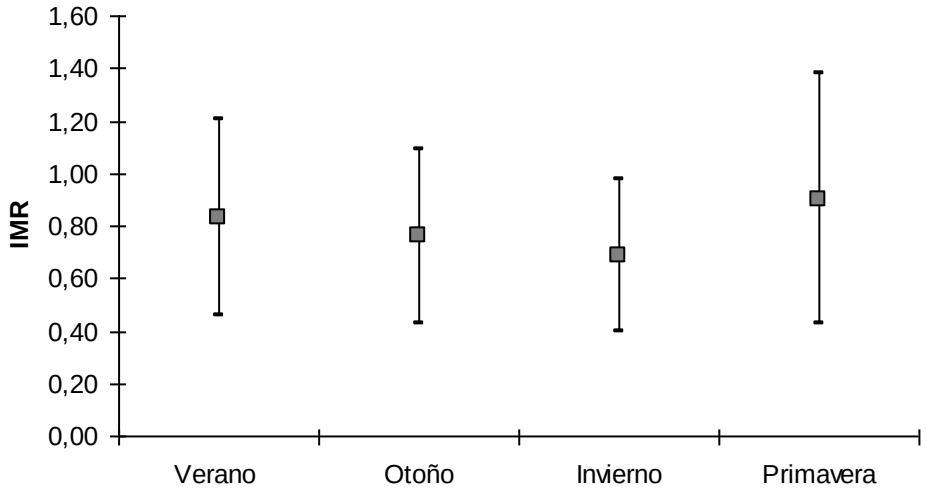


Figura 14. *Atlantoraja platana*. Incremento marginal del radio estacional (± 1 *DE*) en los sexos agrupados (*n*= 231).

Se observó la deposición de las bandas de crecimiento claras (anchas) y oscuras (estrechas) para el conjunto de los individuos en aquellas vértebras donde el corte permitió su visualización. Se consideró que por cada año se deposita una banda clara y una banda oscura. El mayor porcentaje de bandas oscuras fue determinado en otoño (64%) e invierno (60%), mientras que en la primavera y verano se observaron los mayores porcentajes de bandas claras (80 % y 71%) respectivamente (Figura 15).

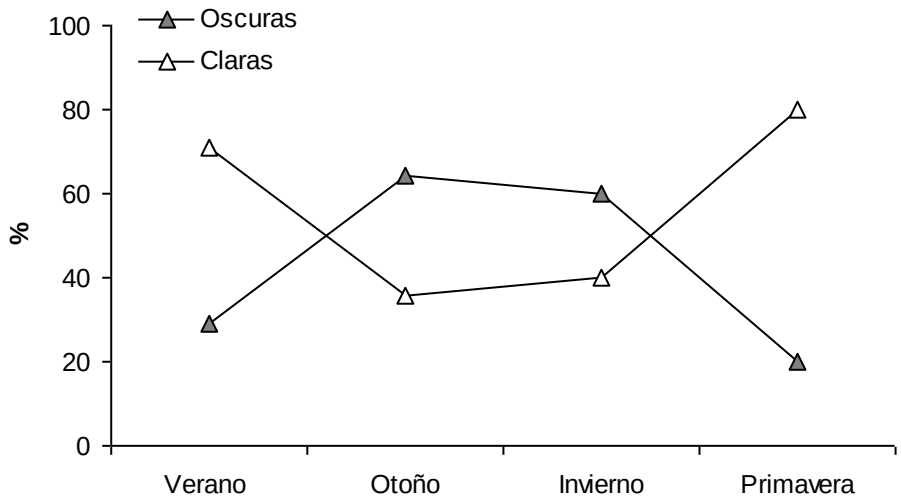


Figura 15. *Atlantoraja platana*. Seguimiento de las bandas oscuras (O) y claras (C) observadas en las distintas estaciones del año (*n*= 448).

La comparación del coeficiente *b* entre las regresiones de hembras y machos no mostró diferencias significativas (*t*= -1,82; *P*> 0,05 *gl*= 446), siendo las regresiones de la forma RT= 7,515 + 20,036LT (R^2= 0,94) para las hembras y RT= 4,5248 + 21,128LT (R^2=0,88) para los machos y para los sexos agrupados RT= 20,476x + 6,2347 (R^2=0,88) (Figura 16). Del análisis de la correlación entre las variables, para el total de los individuos se observa que el crecimiento es isométrico en la relación LT-RT, siendo (r= 0,91 *t*= 33,83, *P*< 0,05).

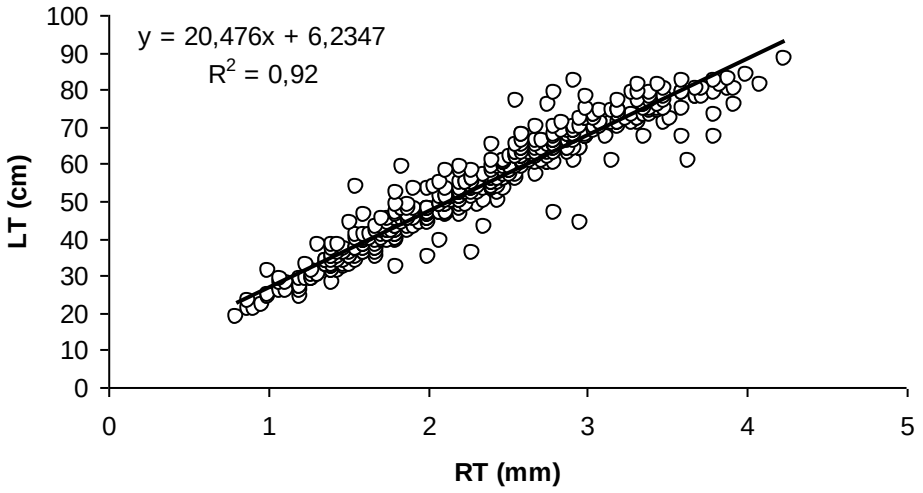


Figura 16. *Atlantoraja platana*. Relación del radio total de la vértebra (RT mm) vs. el largo total (LT cm) de los sexos agrupados (*n*= 393).

Modelo de crecimiento y longevidad

Se estimaron para ambos sexos los parámetros del MCVB como así también para los sexos agrupados (Tabla II) y se graficaron las curvas correspondientes (Figuras 17, 18 y 19). No se hallaron diferencias significativas en la comparación de las curvas entre los sexos siendo los valores ϕ= 2,99 en hembras y ϕ= 2,95 en machos y la Máxima Verosimilitud VM= -15,34. Para el total de individuos el valor de ϕ fue de 2,99.

El cálculo de la longevidad estimado para el conjunto de los individuos fue de 29 años. En la Tabla II se presentan los valores calculados de las hembras, los machos y para los sexos agrupados.

Tabla II. Modelo de von Bertalanffy (1938). L_∞= longitud teórica máxima que alcanza el pez o asintótica, *k*= constante de crecimiento o catabólica y t_0= edad a la cual la longitud es cero.

	L_∞	*k*	t_0	r^2	*Longevidad*
Hembras	105,5	0,08	-3,569	0,82	31
Machos	103,7	0,09	-3,16	0,78	29
Sexos agrupados	103,3	0,09	-3,22	0,81	29

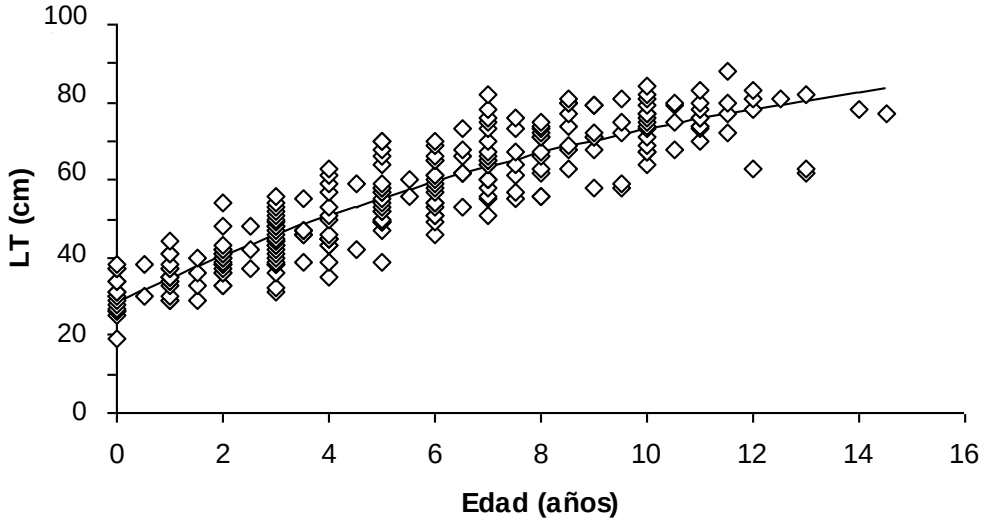


Figura 17. *Atlantoraja platana*. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy, Edad en años vs. largo total (LT cm) en hembras (*n*= 255).

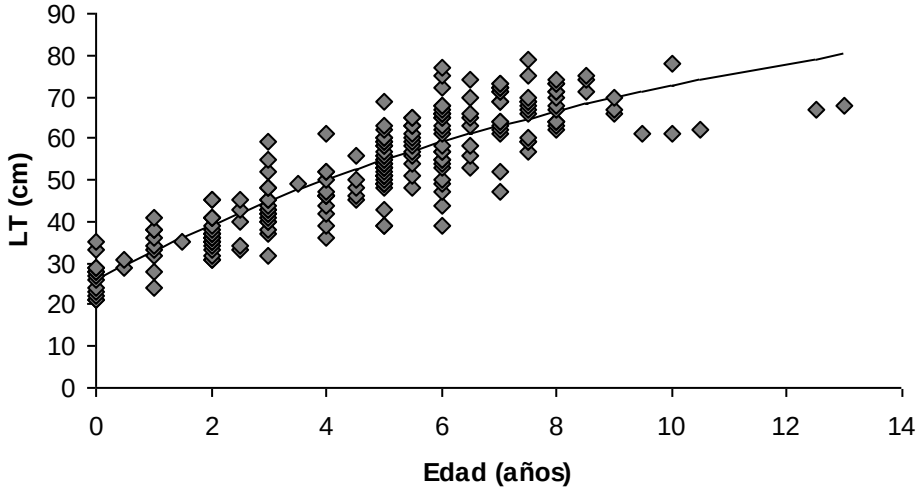


Figura 18. *Atlantoraja platana*. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy, Edad en años vs. largo total (LT cm) en machos (*n*= 220).

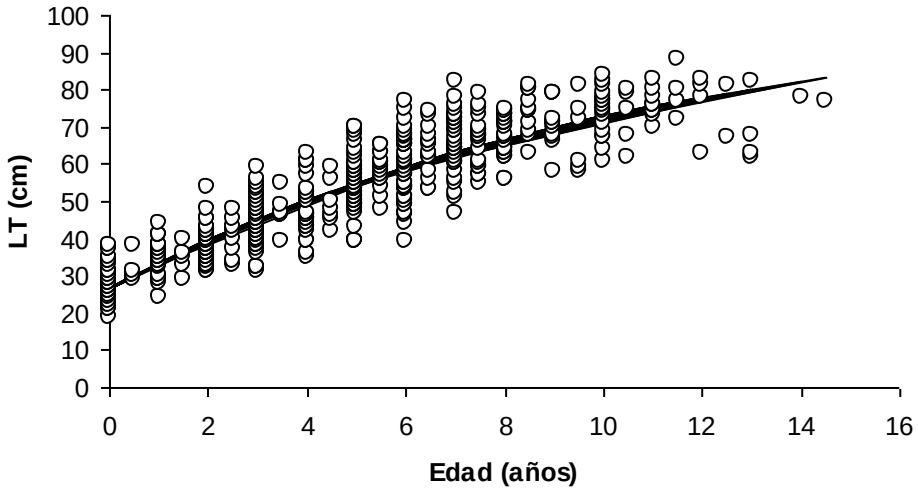


Figura 19. *Atlantoraja platana*. Modelo de crecimiento de von Bertalanffy para los sexos agrupados. Edad en años vs. largo total (LT cm) (*n*= 475).

Edad de primera madurez sexual

La edad madurez sexual (E_{50}) fue estimada en 7,6 años para las hembras y 4,8 años para los machos (E_{50}= 7,6 *r*= 5,334, R^2= 0,86) y (E_{50}= 4,8 *r*= 3,849, R^2=0,98) (Figura 20).

En la Tabal III se presenta para cada edad el número de individuos en los distintos estados de madurez sexual y el porcentaje correspondiente en hembras y en machos.

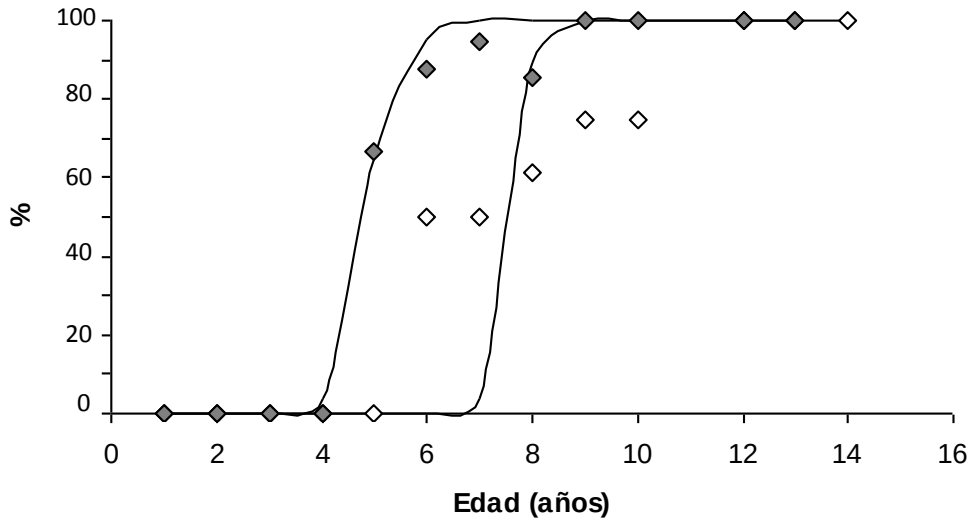


Figura 20. *Atlantoraja platana*. Porcentaje de individuos maduros a una edad determinada, calculado a partir de la edad de 5 años. Hembras (◊, *n*= 72) y machos (♦, *n*= 57).

Tabal III. Edad, número de individuos inmaduros (I), número de individuos maduros (M), porcentaje de inmaduros (%I) y porcentaje de maduros (%M) para cada clase de edad.

	♀ (n= 253)				♂ (n= 220)			
Edad	**I**	**M**	**%I**	**%M**	**I**	**M**	**%I**	**%M**
1 a 4	181		71,54	0,00	163		74,09	0,00
5	3		1,19	0,00	1	2	0,45	0,91
6	2	2	0,79	0,79	2	14	0,91	6,36
7	4	4	1,58	1,58	1	17	0,45	7,73
8	5	8	1,98	3,16	2	12	0,91	5,45
9	2	6	0,79	2,37		3	0,00	1,36
10	4	12	1,58	4,74		1	0,00	0,45
11	6	7	2,37	2,77			0,00	0,00
12		4	0,00	1,58		1	0,00	0,45
13		1	0,00	0,40		1	0,00	0,45
14		2	0,00	0,79			0,00	0,00

DISCUSION

La capacidad de realizar determinaciones de edad basadas en el examen de las partes anatómicas duras es de importancia fundamental para la investigación pesquera (Goldman 2004).

El buen ajuste verificado en la relación RT-LT, permite concluir que las vértebras de *A. platana* son estructuras apropiadas que permiten estimar la edad tanto de las hembras como de los machos. Igualmente fue reportado por Casarini (2006) para la misma especie en la costa sur y sudeste de Brasil, aunque utilizó el ancho de disco como variable morfométrica. En otras especies como *Dipturus chilensis* de Argentina (Zavatteri 2010), Brasil (Fuentealba & Leible 1990) y de Chile (Licandeo *et al.* 2006) también fue observado un crecimiento proporcional entre el radio de la vértebra y la longitud total de los individuos. Al igual que en rayas de otras regiones como en *Amblyraja radiata* del Golfo de Maine (Sulikowski *et al.* 2005) y *Bathyraja trachura* del Pacífico nororiental (Davis *et al.* 2007).

La precisión en el conteo de anillos estimado mediante el cálculo del *%APE* para ambos sexos fue similar al obtenido para otras especies de rayas como en *D. chilensis* (Licandeo *et al.* 2006, Licandeo & Cerna 2007, Zavatteri 2010) y en *Leucoraja ocellata* (Sulikowski *et al.* 2003).

Según Goldman (2004) la precisión en la determinación de la edad es la clave para obtener calidad en las estimaciones de crecimiento y otras tasas vitales como la mortalidad natural y longevidad, para el manejo de pesquerías. Sin embargo obtener la validación absoluta de la edad en especies como los elasmobranquios es muy difícil. Distintos autores (Casarini 2006, Licandeo *et al.* 2006, Davis *et al.* 2007) asumen que la deposición de las bandas de crecimiento es una formación anual. Uno de los métodos más utilizados para la validación de la edad es el incremeto marginal del radio. Según este indicador se puede asumir que la depositación de la banda oscura, indicador de "desaceleración" del crecimiento comienza en otoño en *A. platana*. Si bien Casarini (2006) no encontró diferencias mensuales ni estacionales en la misma especie del sur de Brasil, asume el comienzo de la formación de la banda oscura a partir de marzo. Este autor no consideró el análisis del borde para la validación de las vértebras por falta de precisión en las observaciones. Caillet *et al.* 2006 mencionan que la deposición de bandas es más consistente estacionalmente y recomiendan que las mismas deban ser

descritas e identificadas por sus cualidades ópticas, en lugar de dimensiones tales como ancho de banda, que pueden ser variables.

El modelo de crecimiento de von Bertalanffy es uno de los más usados para describir el crecimiento en peces (Goldman 2004). En este estudio se asume que este modelo es apropiado para describir el crecimiento de *A. platana* del Golfo San Matías. El mismo modelo fue usado por Casarini (2006) para la misma especie en aguas brasileras.

Las estimaciones de edades máximas, edades de maduración y la longevidad de cada sexo en *A. platana* del Golfo San Matías son menores a las obtenidas por Casarini (2006) para las rayas platanas de Brasil (Tabla III).

Tabla III. Edad máxima (E. máx. en años), Edad de maduración (E. mad en años), Longevidad (Long. en años), para ambos sexos por separado de *A. platana* del sur y sureste de Brasil y del Golfo San Matías (GSM)

Sexo	Lugar	E. máx.(años)	E. mad.(años)	Long.(años)	Fuente
Hembras	Brasil	23	14-19	56	Casarini 2006
Machos	Brasil	22	13-18	51	Casarini 2006
Hembras	GSM	15	8	31	Este estudio
Machos	GSM	13	5	29	Este estudio

Estas diferencias pueden ser explicadas por la utilización de distintas metodologías, las edades calculadas por Casarini fueron retrocalculadas a partir del LT_{50}, por diferencias en la interpretación de las marcas identifcadas en las vértebras o por diferencias latitudinales en los parámetros de historia de vida de ambos grupos demográficos. Ambos núcleos están diferenciados geográficamente y presentan un alto grado de aislamiento no encontrándose, excepto en casos aislados, la presencia significativa de ejemplares de *A. platana* entre dichas regiones geográficas. Concentraciones de *A. platana* han sido registradas para la zona de ecotono entre la Provincias biogeográficas Argentina y Magallánica (Colonello, Com. Pers.).

CAPÍTULO 6

EXPLOTACIÓN PESQUERA Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS CONDRICTIOS EN EL MAR ARGENTINO: el caso de *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) del Golfo San Matías

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las pesquerías están en un estado de declinación y en algunos casos sobre explotadas (Beddington & Kirkwood 2005). Particularmente, los peces cartilaginosos (tiburones, rayas y holocéfalos) están siendo objeto de un fuerte incremento en las capturas, ya sea por las pesquerías de arrastre, las pesquerías pelágicas, las pesquerías artesanales y/o las recreativas. Se estima que el 50% de la captura global de los condrictios considerada como *by-catch*, no es registrada en las estadísticas pesqueras oficiales y las especies objeto de la pesca no poseen medidas de manejo específicas (Stevens *et al.* 2000).

En Argentina se han registrado más de cien especies de condrictios, de las cuales más de ochenta se citan en la Plataforma Continental Argentina, siendo capturadas como parte del "variado costero" o como fauna acompañante de las principales pesquerías por las flotas industriales, artesanales y recreativas (Cousseau *et al.* 2007, Menni & Lucifora 2007). Según la Estadística Pesquera Argentina los peces cartilaginosos más desembarcados en puertos argentinos y principalmente en la región costera bonaerense y uruguaya son: el gatuzo (*Mustelus schmitti*), los peces ángel (*Squatina* spp.) y las rayas (familia *Rajidae*) (Massa & Hozbor 2004, Massa *et al.* 2007). Las especies de rayas reflejan un ritmo creciente de capturas en las estadísticas nacionales desde que se inició su aprovechamiento comercial en el año 1996 (Massa & Hozbor 2004, Massa *et al.* 2007).

En el Golfo San Matías la merluza común (*Merluccius hubbsi*) es la especie blanco de la pesquería de arrastre y los condrictios son capturados como fauna acompañante (o *by-catch*) (Di Giácomo & Perier 1991, Perier *et al.* 2011). En el golfo se han registrado treinta especies de peces cartilaginosos, de las cuáles el pez gallo (*Callorhinchus callorynchus*) fue la más desembarcada por la flota de arrastre desde el inicio de la pesquería en 1971, llegando a ser por varios años segunda en volumen de captura. Dentro del grupo de tiburones se encuentran el gatuzo (*Mustelus schmitti*), el cazón (*Galeorhinus galeus*) y el pez ángel (*Squatina guggenheim*) y desde 1996 se incorporan a los desembarques comerciales las rayas (familia *Rajidae*). A partir del año 1999 los volúmenes capturados de rayas superaron a los volúmenes capturados del conjunto de tiburones.

Uno de los factores principales del incremento en la captura de peces cartilaginosos fue la creciente demanda del mercado en los últimos años, interesado

particularmente en ciertos productos derivados. Se pueden mencionar las aletas, el congelado y el tiburón fresco (industria alimenticia), el aceite de hígado (industria textil, curtiembre, lubricantes y pinturas), la vitamina A (industria farmacológica y cosmética), córneas y cartílagos (medicina), la piel y los dientes (artesanías, armas y cuchillos), (WildAid 2007). El resto del cuerpo es destinado para harina de pescado o directamente descartado al mar. En algunos casos, y en particular con la práctica del aleteo, una vez cortadas las aletas, los individuos son devueltos vivos al mar, este acto generalmente produce la muerte posterior de los mismos.

Las características de historia de vida de los condrictios como la de poseer un bajo potencial reproductivo, un número reducido de crías por año, una tasa de reclutamiento baja y un ritmo de crecimiento lento, hacen que un incremento en las capturas produzca efectos negativos sobre la mayor parte de sus poblaciones. Este hecho ha generado una creciente preocupación internacional (Stevens *et al.* 2000). Por ello, en 1994, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), solicita a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) que establezca programas para recopilar datos biológicos y comerciales sobre las especies de tiburones y que todos los países que capturen y comercialicen estas especies, adhieran a este requerimiento. A partir de esa solicitud, en 1999, la FAO presentó el Plan de Acción Internacional para la conservación y ordenación de los tiburones (PAI-Tiburones, denominación genérica que incluye tiburones, rayas y quimeras) en el marco del Código de Conducta para la Pesca Responsable. Este organismo invitó a los Estados Miembros a adherir voluntariamente para la elaboración, en sus respectivas jurisdicciones, de planes de acciones nacionales para la conservación y gestión de las poblaciones de tiburones de acuerdo a la modalidad de explotación de cada país. En Argentina el Plan de Acción Nacional para la Conservación y el Manejo de Condrictios (tiburones, rayas y quimeras) (PAN-Tiburones) fue implementado por el Consejo Federal Pesquero a partir de enero de 2009 y publicado en el Boletín Oficial de la República Argentina (Resolución CFP N° 6/2009. Fuente: (http://infoleg.mecon.gov.ar).

Otra entidad que juega un rol importante en la conservación de los peces cartilaginosos es la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (sigla en inglés, IUCN), organismo no gubernamental que elabora a partir de un grupo de especialistas en condrictios (SSG) un informe sobre el estado poblacional de las especies que son objeto de la pesca comercial y recreativa. Este grupo confecciona en

base al grado de conocimiento de las especies, una Lista Roja de especies amenazadas, las cuales se encuentran categorizadas como: “extinta”, “extinta en la vida silvestre”, “en peligro crítico”, “en peligro”, “vulnerables”, “casi amenazado”, “datos deficientes”, “riesgo bajo”, y “menor preocupación”. Actualmente se encuentran en esta lista un total de 609 tiburones, rayas y quimeras (IUCN Red List 2010).

El objetivo del presente capítulo es analizar el impacto de las pesquerías y el estado de conservación sobre las especies de rayas particularizando el estudio sobre *Atlantoraja platana* en el Golfo San Matías.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica del efecto de la explotación pesquera de las rayas a nivel mundial y nacional y una consulta de la base de datos de la lista roja de especies amenazadas de la UICN, con el objeto de determinar en qué situación se encuentra este grupo de especies y en particular *A. platana*.

Se analizó la base de datos de las capturas mundiales de la familia Rajidae suministradas por el programa FishStat Plus (Versión 2.3 - 6.1 Mb) FAO 2008, desde 1950 al 2005.

A nivel nacional se utilizaron los datos de capturas totales de rayas de la flota pesquera (rada ría, costera, fresquera, arrastre) que opera en la Plataforma Continental Argentina, desde el año 1992 hasta el 2006, de acuerdo a la información extraída de la página oficial de la Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos, SAGPYA, de la Nación Argentina durante el 2008 (www.sagpya.mecon.gov.ar).

A nivel local se utilizó el Registro de Información Pesquera de la provincia de Río Negro (Millán 2007, Departamento Policía de Pesca, Dirección de Pesca Río Negro), consistente en los resúmenes de estadísticas pesqueras provinciales, correspondiente a la flota de arrastre y la flota artesanal, que operan en el Golfo San Matías.

Los registros de los arribos de los barcos pesqueros y sus capturas en la provincia de Río Negro comienzan en 1971, con el inicio de la pesquería de arrastre, y estuvieron a cargo de la Prefectura Naval Argentina. A partir del año 1975 los registros

fueron obtenidos por personal de la Provincia. En 1979 se diseña e implementa el primer parte de pesca, que fue modificado en 1990, y es el que rige en la actualidad.

El parte de pesca es un formulario con carácter de declaración jurada, en el cual se registra, entre otra información, el volumen de la captura total detallada por especies en kg, que se produce en un viaje de pesca comercial y las horas efectivas de pesca. Las especies comerciales más importantes son: la merluza *Merluccius hubbsi*, el pez gallo *Callorhinchus callorynchus*, el mero *Acanthistius patachonicus*, el abadejo *Genypterus brasiliensis* y *G. blacodes*, el salmón de mar *Pseudopercis semifasciata*, los "lenguados" (categoría genérica que incluye tres especies *Paralichthys patagonicus, P. isosceles y Xystreurys rasile*, sin discriminar), el savorín *Seriolella porosa*, la chernia *Polyprion americanus*, la merluza de cola o argentino *Macruronus magellanicus*, el papamosca *Nemadactylus bergi*, la palometa *Parona signata*, el pez ángel *Squatina guggenheim*, el cazón *Galeorhinus galeus*, el gatuzo *Mustelus schmitti*, las "rayas" (varias especies), el calamar *Illex argentinus*, el caracol (varias especies) y por último existe una categoría de "vario", en la cual se incluyen aleatoriamente a un grupo variado de especies. El ítem "rayas" categoría que nuclea a la totalidad de las especies de rayas desembarcadas, comienza a registrarse en los partes de pesca a partir de 1996, año en que este grupo es desembarcado en puerto y aprovechado comercialmente. En el reverso el parte de pesca presenta el mapa del Golfo San Matías, el cual está dividido en siete cuadrículas o rectángulos estadísticos de pesca. Cada rectángulo posee un número y a su vez cada uno de ellos está divido en cuatro sectores al que le corresponde una letra, por ej. 164 A, B, C y D (Figura 1).

Se calcularon las capturas mensuales de merluza común, savorín y rayas entre los años 2004 al 2006. Se calculó el índice de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE= Captura total kg/horas efectivas de arrastre) de la flota pesquera de arrastre del golfo y se discute su uso como indicador de la abundancia relativa. Desde 1996 a 2006 se graficaron para propósitos comparativos las CPUE de la merluza común, otros peces óseos (mero, abadejo, salmón de mar, lenguados, savorín, merluza de cola o argentino, papamosca y palometa) y condrictios (pez gallo, pez ángel, cazón, gatuzo y rayas), la CPUE de rayas y el resto de los peces cartilaginosos y las CPUE mensuales de merluza común, savorín y rayas entre los años 2004 al 2006.

Un total de 40 barcos tuvieron actividad en la pesquería de arrastre durante el periodo de 2004 al 2006. La mayor parte de estas embarcaciones fueron de casco de acero y presentaron un rango de eslora que varió entre los 14,5 y 38,30 m y una

potencia de máquina entre los 150 y 800 HP. El rango de profundidad en el que se practicó la pesca estuvo comprendido entre los 49 y 165 m. Los viajes realizados por esta flota que registraron captura de rayas fueron analizados en relación con las cuadrículas o rectángulos de pesca más frecuentados.

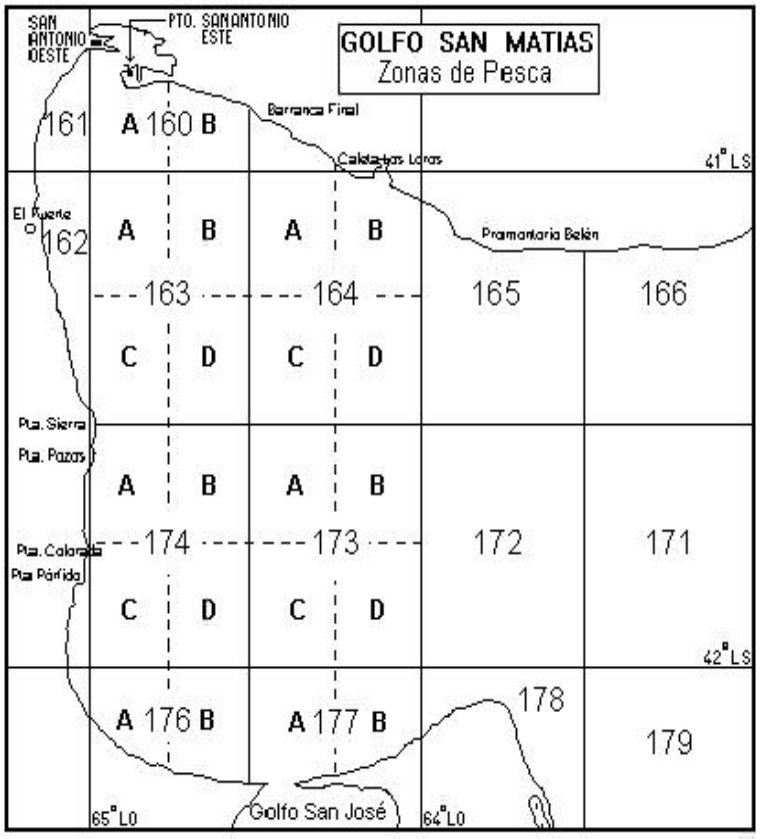


Figura 1. Golfo San Matías. Reverso del parte de pesca de la Provincia de Río Negro. Rectángulos o cuadrículas de pesca.

Un total de 131 lanchas artesanales palangreras con una eslora menor a los 9,90 m y 11 barcos palangreros "rada ría" con una eslora de 14 m, operaron entre los años 2004 al 2006. Ambas categorías (lanchas y barcos) tienen a la merluza común como especie blanco y utilizan para tal fin como arte de pesca el palangre o espinel, arte de pesca consistente en una línea madre con un número variable de anzuelos. En el caso de las lanchas cada aparejo tiene entre 3.000 a 4.000 anzuelos que son calados en cada lance (maniobra unitaria de pesca); los barcos llegan a utilizar hasta 13.000 anzuelos en cada maniobra. En ambos casos se utiliza como carnada a la anchoita (*Engraulis*

anchoita). Con este arte de pesca las embarcaciones trabajan en un rango de profundidad que va desde los 40 a los 86 m.

Al igual que la pesquería industrial, la pesquería artesanal registra la actividad a través de la entrega de un parte de pesca diario, en el que se incluyen a los siguientes peces: la merluza, el mero, el abadejo y el salmón como peces óseos, dentro de los condrictios, al pez gallo, el cazón, el gatuzo y las rayas, y una categoría para el variado. En el mismo se registra además la cantidad de tachos y anzuelos calados, como la cantidad de cajones y kilogramos capturados. Esta pesquería está circunscripta a un área de pesca, conocida como zona exclusiva, determinada por Prefectura Naval Argentina, al noreste del golfo, y restringida a los barcos pesqueros de arrastre (Figura 2).

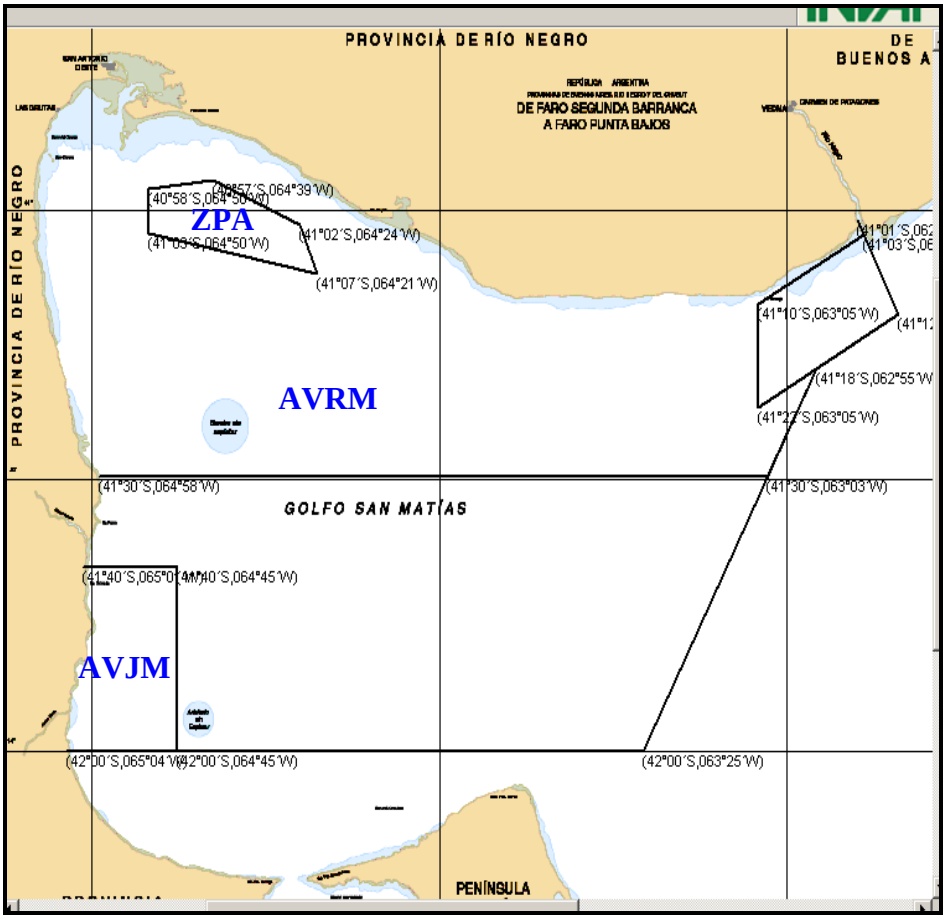


Figura 2. Golfo San Matías. Zona de pesca artesanal (ZPA), área de veda de juveniles de merluza común (AVJM) y área de veda reproductiva de merluza común (AVRM).

Los barcos palangreros de rada ría que operaron en la región se analizaron con los datos de la pesquería artesanal. Se calcularon los volúmenes en kg de merluza común, de otros peces óseos (mero, abadejo y salmón) y de peces cartilaginosos (pez gallo, cazón, gatuzo y rayas) capturados entre los años 2004 al 2006 por ese segmento de la flota. La CPUE mensual (Captura total kg/anzuelos) se calculó para merluza común y rayas.

RESULTADOS

Dentro de los condrictios la pesca mundial de la familia Rajidae ha tenido fluctuaciones en el transcurso del tiempo. Los informes de la FAO registran la captura de este grupo desde el año 1950 con 40.473 t, el máximo registrado fue de 74.649 t en el año 1991, con otro pico de 71.435 t en el año 2000, descendiendo en los últimos años hasta 45.968 t en el 2005 (FishStat Plus, FAO 2008) (Figura 3). Argentina está representado por las áreas de pesca Atlántico Sudoccidental y Atlántica-Antártico y para el orden Rajiformes se registraron 59.000 t para el periodo 2004-2006 (FishStat Plus, FAO 2008).

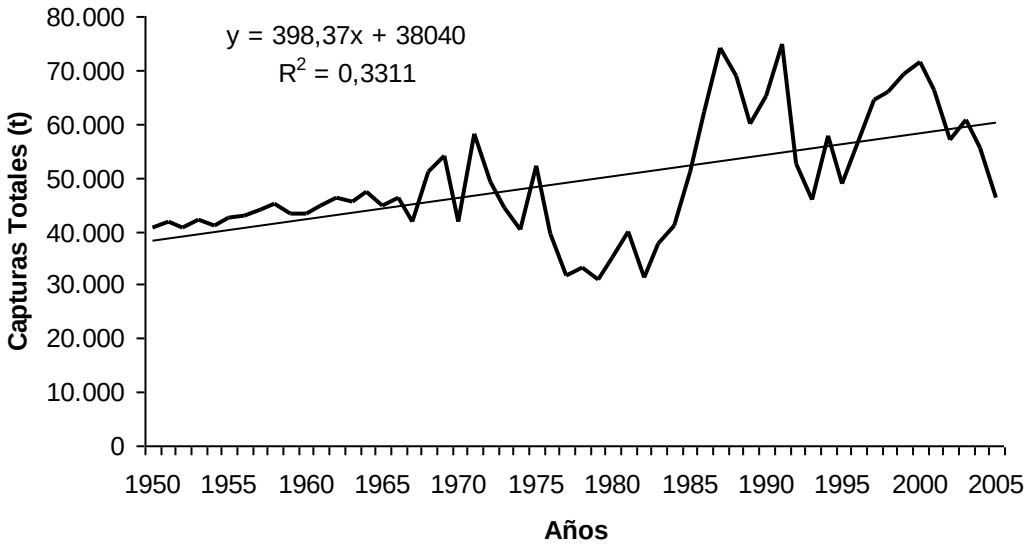


Figura 3. Registro Mundial. Evolución de las capturas mundiales de la familia Rajidae (t). (Fuente: FishStat Plus, FAO 2008).

A nivel nacional la merluza común (*Merluccius hubbsi*) es una de las principales especies comerciales que se capturan dentro de la plataforma argentina entre los 34º y 47º S. Para el presente estudio se tuvo en cuenta los desembarques de merluza común y los de rayas a nivel nacional y los mismos datos correspondientes a la pesquería de arrastre del Golfo San Matías para el período 1992-2006. Se observa que entre los años 1995-1997 las capturas de merluza a nivel nacional fueron cercanas a las 600.000 t, descendiendo abruptamente en el año 2000 con 194.000 t, luego de una leve recuperación en el año 2004 se registra un nuevo descenso en el 2006 (Figura 4). La explotación intensiva de las rayas comienzan en el año 1994 con aproximadamente 6.000 t de registro de captura y aumentan en forma permanente hasta llegar en el año 2006 a las 23.620 t (SAGPYA, 2008) (Figura 5) las fluctuaciones en las capturas de la merluza común no se ven reflejadas en las capturas de rayas.

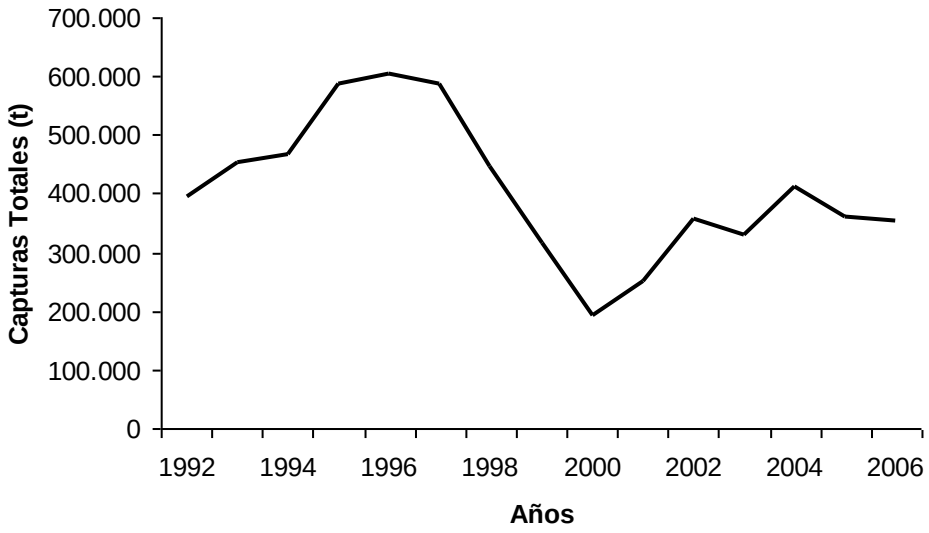


Figura 4. Registro Nacional. Captura total anual a nivel nacional de merluza común (t). Periodo: 1992-2006. (Fuente: SAGPYA 2008).

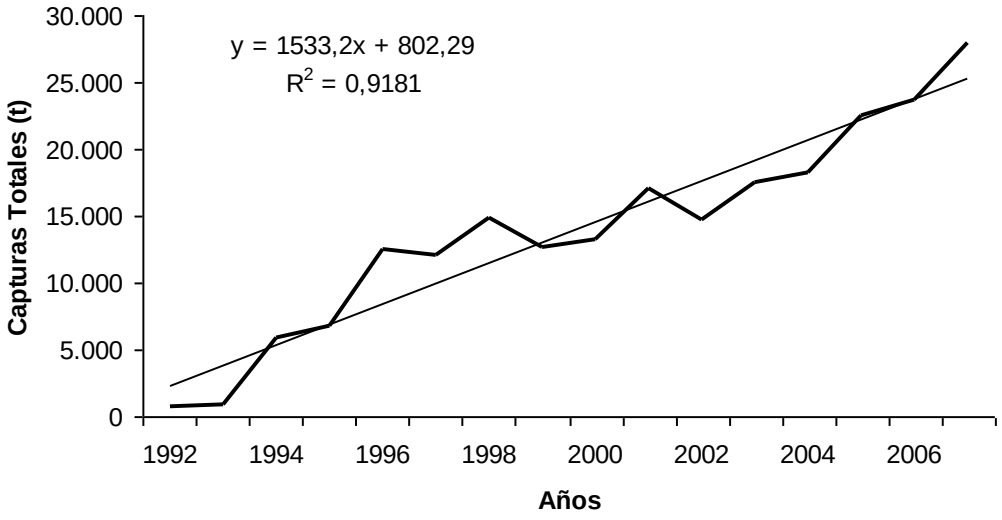


Figura 5. Registro Nacional. Evolución de la captura anual a nivel nacional de rayas (t). Periodo: 1992-2006. (Fuente: SAGPYA 2008).

Como se puede observar en las Tabla I y II casi el 83 % de las capturas se desembarcaron en el Puerto de Mar del Plata y correspondieron al denominado "variado costero" y a la flota fresquera de altura (entre 34º - 41º S) con alrededor de 53.000 t mientras que los puertos al sur del paralelo 41º, aportaron alrededor de 8.100 t, siendo los barcos fresqueros costeros y de altura los que más rayas capturaron (75% aproximadamente). Es decir, que la tendencia en las capturas nacionales estuvo determinada por la tendencia de las capturas que se realizan en el denominado "variado costero" y la flota de altura.

Tabla I. Capturas totales (t) de rayas desembarcadas en los Puertos Argentinos y porcentaje de las mismas (periodo 2004–2006).

PUERTO 2004-2006	Capturas totales RAYA (t)	%
(34º- 41º S)		
Bahía Blanca	273,1	0,43
Mar del Plata	52.775,1	82,95
Necochea	2.433,7	3,83
(al sur del paralelo 41º)		
Comodoro Rivadavia	1818,5	2,86
Puerto Madryn	2.733,4	4,30
Rawson	133,5	0,21
San Antonio Este	1682,5	2,64
San Antonio Oeste	263,2	0,41
Puerto Deseado	1115,2	1,75
Ushuaia	254,5	0,40
Otros	138,0	0,22

(Fuente: SAGPyA 2008)

Tabla II. Flota pesquera argentina, captura total (t) y porcentaje de las mismas (periodo 2004–2006).

FLOTA 2004-2006	Capturas totales RAYA (t)	%
Fresqueros		
Rada Ria	6072,8	9,53
Costeros	22346,9	35,08
Fresquero de Altura	25631,7	40,24
Congeladores		
Arrastre	5717,0	8,98
Palangre	3928,5	6,17

(Fuente: SAGPyA 2008)

En el Golfo San Matías, la merluza común (*M. hubbsi*) es la especie blanco de la pesquería de arrastre, mientras que los condrictios pertenecen al *by-catch*. Para el mismo periodo analizado anteriormente, los desembarques de merluza común presentaron dos picos de 8.600 t y 8.400 t en los años 1995 y 2001 respectivamente y otro de 7.500 t en el 2004, mientras que en los años 1992, 2000, 2002 y 2006 las capturas se mantuvieron cercanas a 4.500 t (Figura 6). Desde el inicio de la pesquería en 1971, las especies de rayas capturadas por la flota de arrastre fueron descartadas a bordo en su totalidad. En el año 1996 debido a la demanda del mercado externo se comenzaron a desembarcar con un registro de 38 t alcanzado un valor máximo en el año 1999 con 343 t, luego desciende a 167 t en el año 2003, mientras que en el 2006,

vuelven a incrementarse las capturas desembarcadas superando las 200 t (Figura 7). Si bien, en el Golfo San Matías han sido registradas 30 especies de peces cartilaginosos, solo se desembarcan: el pez gallo (*Callorhinchus callorynchus*), tres tiburones; el cazón (*Galeorhinus galeus*), el gatuzo (*Mustelus schmitti*) y el pez ángel (*Squatina guggenheim*) y dentro del grupo de rayas las más representadas en la capturas son: *Atlantoraja platana*, *A. cyclophora*, *A. castelnaui, Dipturus (Zearaja) chilensis, D. trachyderma* y *Sympterygia bonapartii*. Éstas últimas representan el 30% de las capturas totales. A su vez varias de estas especies se encuentran en la Lista Roja de Especies Amenazadas (IUCN). De las 30 especies de peces cartilaginosos registrados en el Golfo San Matías, 26 han sido evaluadas, de las cuales once corresponden a rayas. Las mismas fueron clasificadas como: *A. castelnaui* "en peligro", *A. platana*, *A. cyclophora*, *D. (Z.) chilensis*, *D. trachyderma*, y *Rioraja agassizi*, "vulnerables"; *Discopyge stchudii*, "casi amenazada"; *Amblyraja doellojuradoi*, *Bathyraja brachyurops* y *Psammobatis bergi* son de "menor preocupación" y *P. lentiginosa* se ubica en la categoría de "datos deficientes".

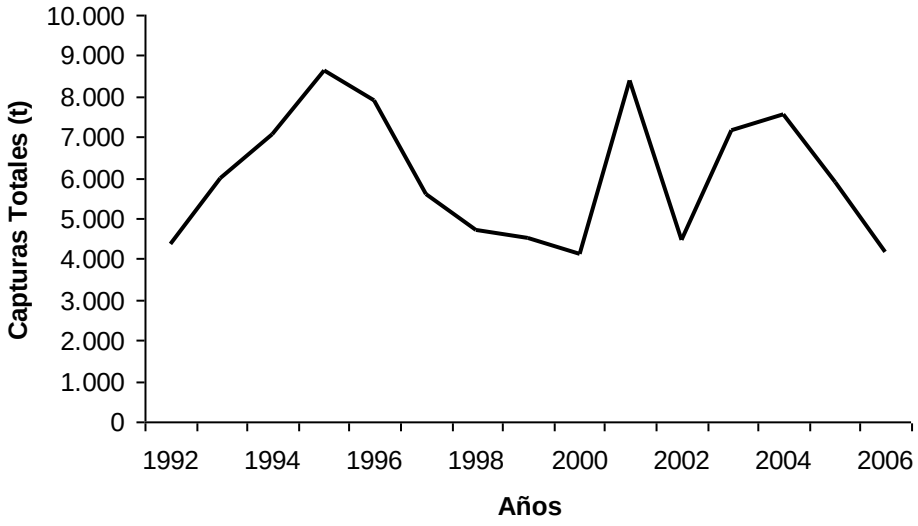


Figura 6. Golfo San Matías. Captura total anual de merluza común. Periodo 1992-2006. (Fuente: Dirección de Pesca de la Pcia. de Río Negro).

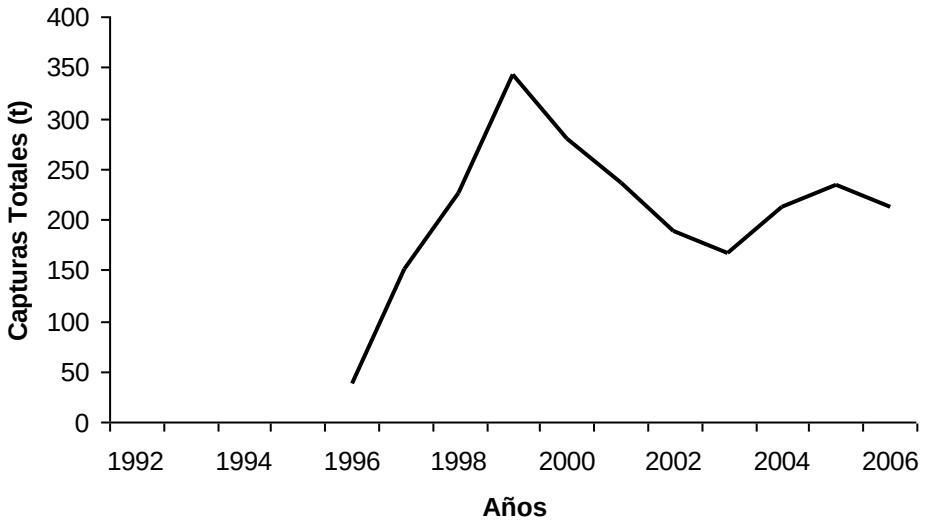


Figura 7. Golfo San Matías. Evolución de la captura de la familia Rajidae (t). Periodo: 1992-2006. (Fuente: Dirección de Pesca de la Pcia. de Río Negro).

Al graficarse las CPUE de la merluza común, otros peces óseos y los condrictios se observó que desde 1996 hasta el 2003, al disminuir los valores de merluza, aumentaron las CPUE tanto del resto de los teleósteos como la de los condrictios, y viceversa, en 1995 se alcanzó un pico máximo de la CPUE de merluza con 650 (kg/hs) pero fue disminuyendo hasta el 2000. Para los otros dos grupos se observó una disminución en el año 1996 con valores inferiores a 100 (kg/hs), luego incrementaron hasta el 2000. En el año 2003 se observó un leve incremento en las CPUE de merluza, pero descendió nuevamente hasta el 2006, mientras que en los condrictios se observó desde el 2003 un aumento paulatino hasta el 2006 (Figura 8).

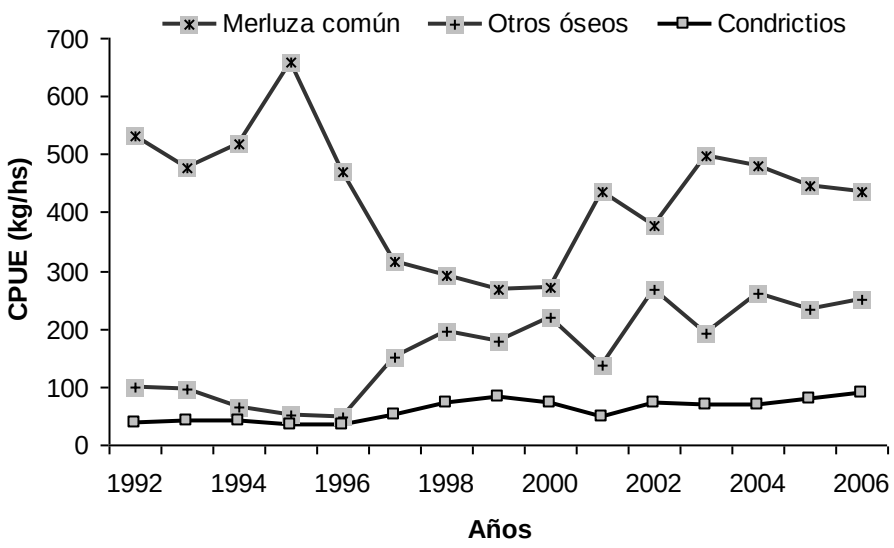


Figura 8. Golfo San Matías. CPUE (kg/hs) de merluza común, otros óseos (mero, abadejo, salmón, lenguado, savorín, chernia, argentino, papamosca y palometa) y condrictios (pez gallo, pez ángel, cazón, gatuzo y rayas) de la pesquería de arrastre. Periodo: 1992-2006.

El análisis de la CPUE de pez gallo, la CPUE de tiburones (pez ángel, cazón y gatuzo) y la CPUE de rayas, muestra un pico máximo para los tres grupos en el año 1999: 157 (kg/hs), 64 (kg/hs) y 55 (kg/hs) respectivamente, disminuyendo casi a la mitad en los tres casos en el 2001. Esta tendencia se mantiene hasta el 2006 en el caso de los tiburones y presentan un aumento paulatino en el índice el pez gallo y las rayas (Figura 9).

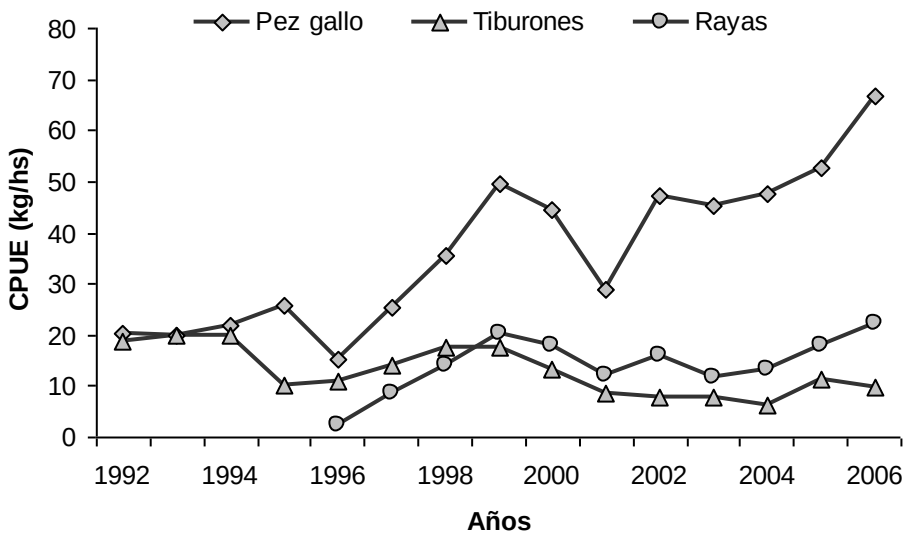


Figura 9. Golfo San Matías. CPUE (kg/hs) de la flota de arrastre de peces cartilaginosos. Periodo: 1992-2006.

La CPUE de merluza común registra un aumento en los meses de enero y marzo (2004), en marzo y diciembre (2005) y en febrero y diciembre (2006) con los valores más bajos en el período mayo-junio y puntualmente en el mes de septiembre para los tres años considerados. La CPUE de savorín registra un pico en el mes de setiembre (Figura 10).

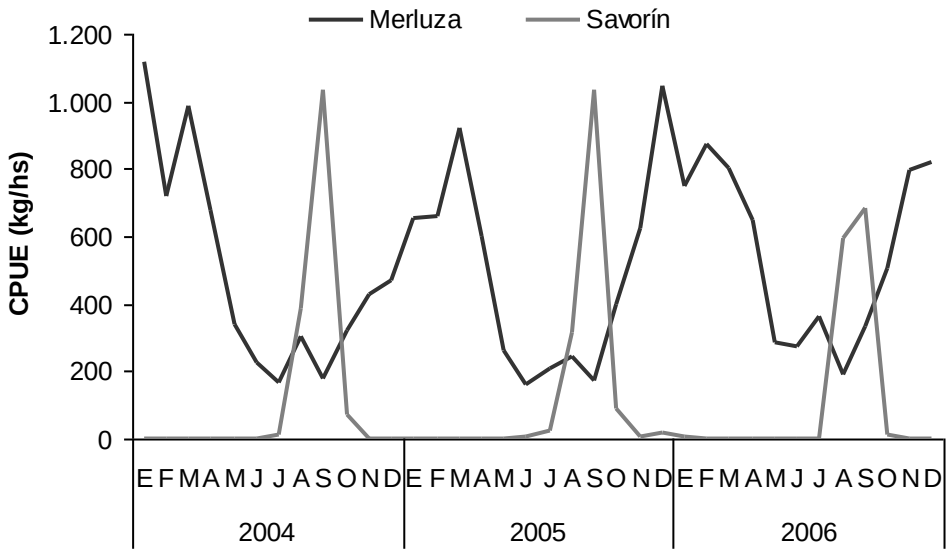


Figura 10. Golfo San Matías. CPUE mensual (kg/hs) de la merluza común capturada por la pesquería de arrastre. Periodo: 2004 – 2006.

La CPUE de las rayas registra los valores más altos en el período mayo-julio, y los más bajos durante los meses de marzo y septiembre (Figura 11).

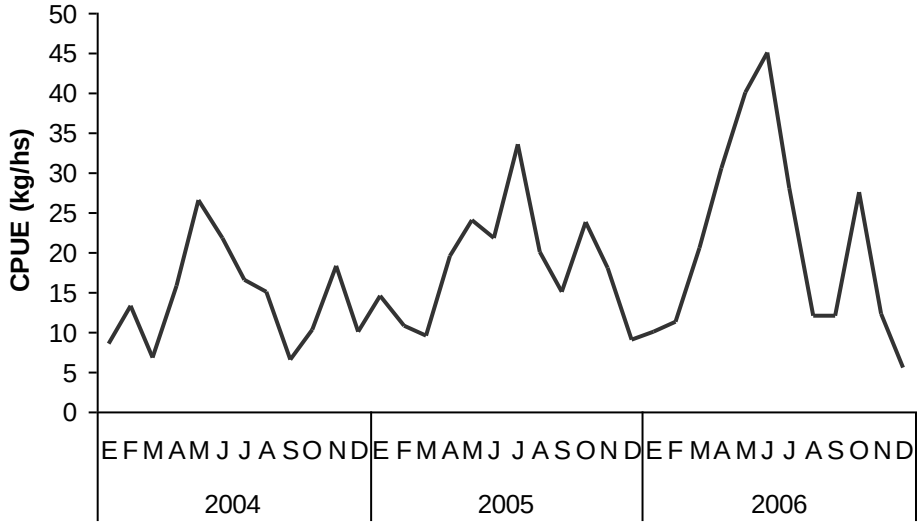


Figura 11. Golfo San Matías. CPUE mensual (kg/hs) de las rayas capturadas por la pesquería de arrastre. Periodo: 2004 – 2006.

La flota pesquera entre los años (2004-2006) frecuentó distintos rectángulos de pesca siendo el 173 (A, B, C, D) 164 y el (A, B, C, D) los más utilizados. La mayor frecuencia de viajes correspondió a los sectores sureste y noreste del golfo (Tabla III)

Tabla III. Porcentaje para cada año; en otros se incluyen los rectángulos que no estaban correctamente indicados en el parte de pesca.

	% de rectángulos de pesca frecuentados						
Años	**R 160**	**R 163**	**R 164**	**R 173**	**R 174**	**Otros**	**n**
2004	0,57	13,64	29,83	29,26	13,92	12,78	352
2005	5,59	10,25	19,57	32,30	16,15	16,15	322
2006	10,00	7,59	32,76	24,83	17,93	6,90	290

Del análisis de la frecuencia mensual entre los rectángulos de pesca donde se capturaron rayas, se pudo observar que, el rectángulo 173 fue el más frecuentado desde diciembre-abril de 2004, enero-abril de 2005 y febrero-abril de 2006, mientras que desde mayo a septiembre la flota se movió hacia el 164 principalmente. Complementariamente se verificó, durante los meses de agosto a octubre, un uso mayor del 163, el 174 y el sector noreste.

Del análisis de los volúmenes de peces capturados por las lanchas artesanales y los barcos rada ría entre los años 2004 y 2006 se observa una disminución en los volúmenes de captura de merluza común de 1533 t en el 2004 a 813 t en el 2006, (Figura 12). Igual tendencia se refleja en las capturas totales del conjunto de otros peces óseos (mero, abadejo y salmón) que de 43,3 t en el 2004 descendieron a 9,4 en el 2006. También los peces cartilaginosos (pez gallo, cazón, gatuzo y rayas), disminuyeron de 10,5 t a 4 t entre el 2004 y el 2006 (Figura 13). Las capturas de los peces cartilaginosos, generalmente, rondan cerca de la tonelada. En el caso de los tiburones, cazón y gatuzo son los que más aportaron en el 2004 y 2006 con alrededor de 8,1 y 2,9 t respectivamente, mientras que las rayas alcanzaron 3,6 t en el 2005 (Figura 14). Al evaluarse las CPUE mensuales de merluza se observa que la flota opera mayormente desde la primavera hasta el otoño con bajos valores en el invierno (Figura 15) y en las rayas los meses de marzo de 2004, enero y diciembre de 2005 y julio de 2006 fueron los más representativos (Figura 16).

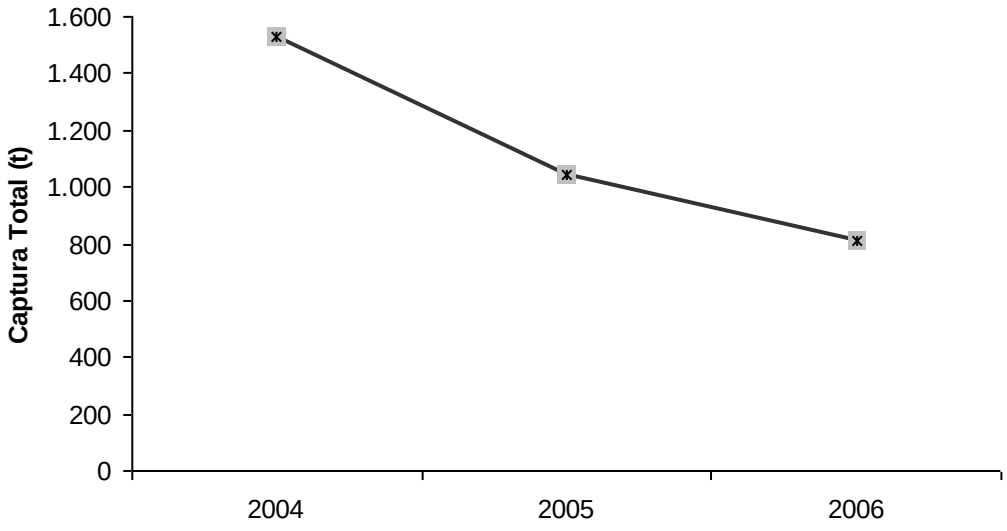


Figura 12. Golfo San Matías. Captura total (t) de merluza común efectuada por la flota pesquera artesanal y de rada ría (palangreros). Periodo: 2004-2006.

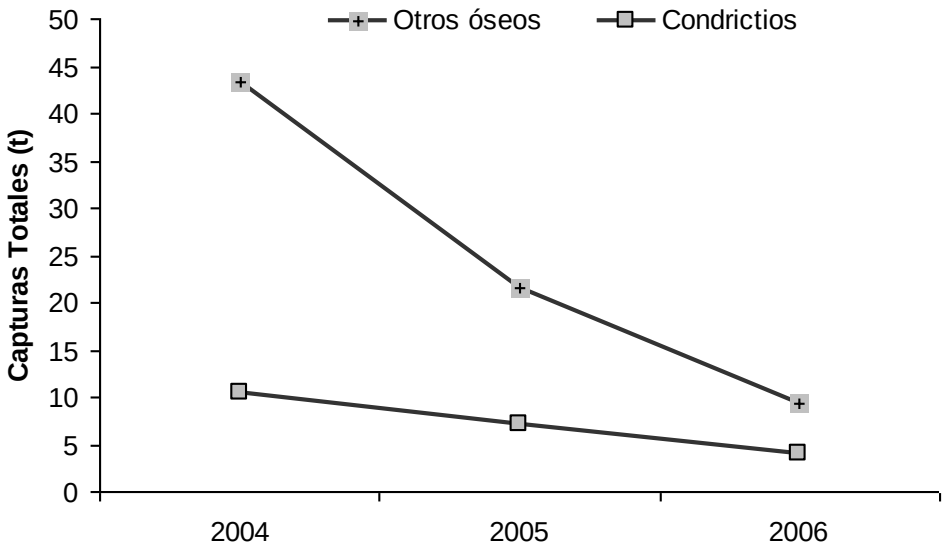


Figura 13. Golfo San Matías. Captura total (t) de otros peces óseos (mero, abadejo y salmón) y de condrictios (pez gallo, cazón, gatuzo y rayas) efectuada por la flota pesquera artesanal y de rada ría (palangreros). Periodo: 2004-2006.

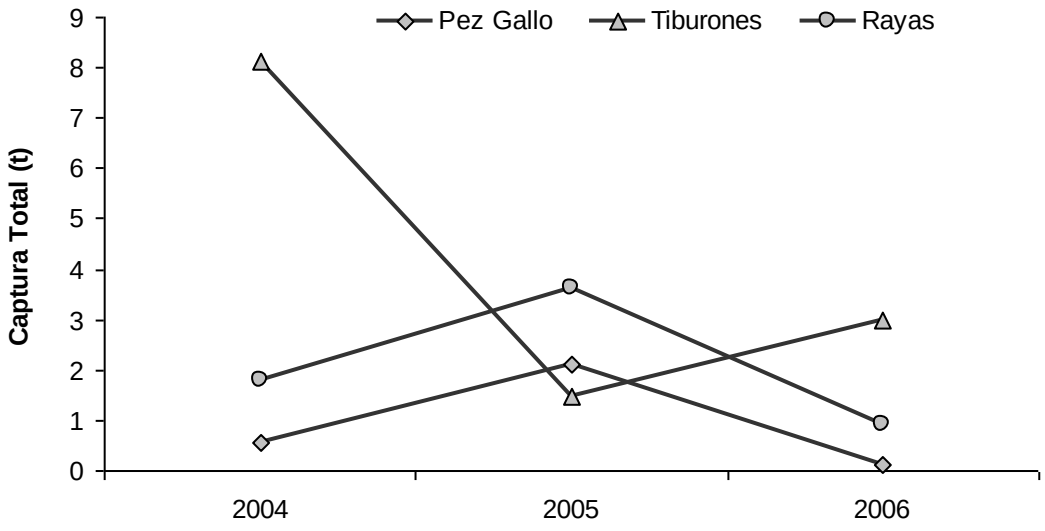


Figura 14. Golfo San Matías. Captura total (t) de peces cartilaginosos efectuada por la flota pesquera artesanal y de rada ría (palangreros). Periodo: 2004-2006.

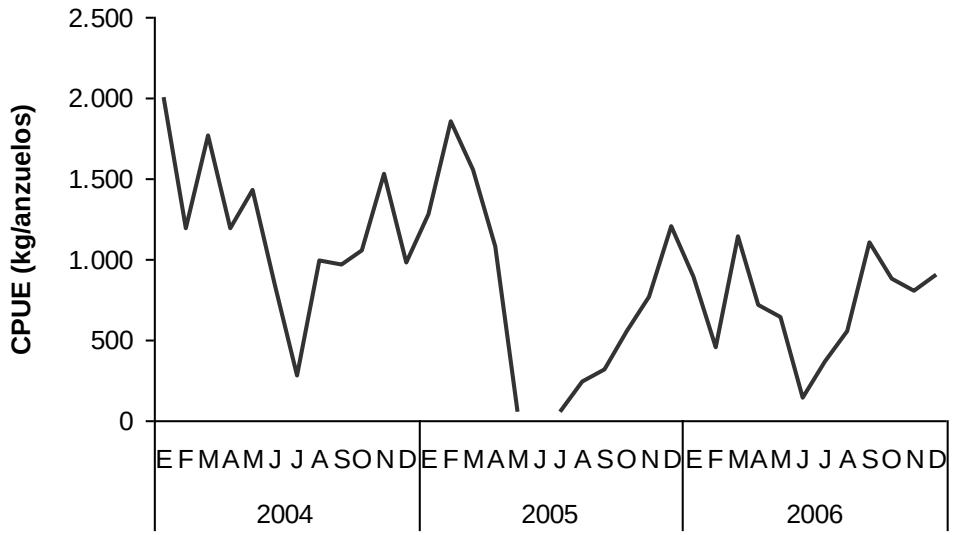


Figura 15. Golfo San Matías. CPUE mensual kg/anzuelos de la merluza común capturada por la pesquería artesanal. Periodo: 2004 – 2006.

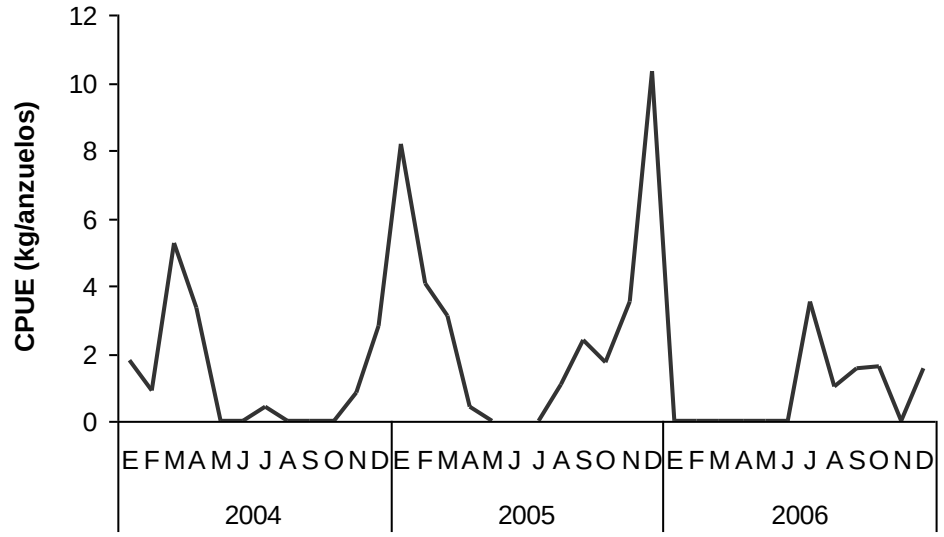


Figura 16. Golfo San Matías. CPUE mensual kg /anzuelos de rayas capturadas por la pesquería artesanal. Periodo: 2004 – 2006.

DISCUSIÓN

En los últimos años según datos de FAO, las capturas de las especies de la familia Rajidae a escala mundial muestran una tendencia decreciente, casi cercana a los valores recolectados al inicio de los registros. Así también varias especies han demostrado ser vulnerables ante un incremento en la explotación pesquera con una declinación de los niveles de abundancia poblacional, con casos de sobreexplotación e inclusive extinciones locales (Brander 1981, Dulvy *et al.* 2000, Vooren & Klippel 2005).

En función de la intensificación de la explotación pesquera de las especies de condrictios cada nueva evaluación del estado de conservación de sus poblaciones, resulta en un incremento del número de especies que ingresan en las categorías de amenaza a la Lista Roja de la IUCN. En ciertos casos algunas especies pasan de una categoría de vulnerabilidad a la siguiente como por ejemplo *A. platana*, que se encuentra como vulnerable con una tendencia de la población decreciente (San Martín *et al.* 2007). Es importante enfatizar que dicha evaluación no se ajusta realmente al lugar donde se distribuye y habita la especie, ya sea en el sur de Brasil o en el Golfo San Matías. Por lo que sería recomendable revisar esa categoría de conservación analizando el estado de los núcleos poblacionales principales que presenta la especie en las dos zonas geográficas mencionadas.

El primer caso de extinción de rayas fue en la especie *Raja batis* producido por la pesca comercial en el Mar del Norte fue reportado por Brander (1981). Estudios específicos en una pesquería de rayas relativamente estable del Atlántico nororiental documentan la desaparición de dos especies, *Dipturus oxyrhinchus* y *Rostroraja alba* y confirman la declinación de *D. batis*, también observaron que las de mayor talla disminuyeron, mientras que las especies pequeñas incrementaron en abundancia (Dulvy *et al.* 2000).

De 230 especies de rayas, en las que se documentaron extinciones locales, se encontró que las especies que han desaparecido de sus rangos de distribución han tenido tallas grandes comparadas con las otras rayas, pero sus rangos latitudinales y de profundidad fueron similares (Dulvy & Reynolds 2002).

A nivel del Atlántico Sudoccidental, Vooren & Klippel (2005) incorporan el concepto de extinción local para referirse a la desaparición, por efecto de la pesca, de una especie de una zona particular de su rango de distribución geográfica, por ej. el

tiburón *Carcharias taurus*, el tiburón martillo *Sphyrna lewini* y la raya *Rhinoptera brasiliensis*, han desaparecido de la Plataforma Sur de Brasil. Estas especies originalmente se distribuían desde el sur de Brasil hasta el norte de la Patagonia. En este caso el comienzo de la restricción de un área de distribución de una especie puede indicar que la especie está en retroceso poblacional y un aumento en la explotación pesquera la convertiría en vulnerable. En relación con el estado de conservación de *A. platana* en su área de distribución geográfica, que hasta el momento abarca dos núcleos poblacionales, no se han aportado al presente evidencias ni de restricción del área geográfica de distribución, ni de la disminución del tamaño poblacional. Dada la vulnerabilidad natural de las rayas a alteraciones del ecosistema o a regímenes de explotación pesquera intensiva, sería recomendable realizar un monitoreo permanente de los niveles poblacionales de ambos núcleos, el del sur de Brasil y el del Golfo San Matías.

A nivel nacional, si bien se ha observado un aumento en las capturas totales, no se han documentado casos de extinciones locales. No obstante, existen indicios de que las poblaciones de varias especies de condrictios de la plataforma han sido afectadas por la presión de pesca, y que las capturas de rayas en la región costera bonaerense superaron las recomendaciones hechas en el 2001 y 2002 (Massa & Hozbor 2003). Existen evidencias que de las tres rayas más abundantes de la región *A. castelnaui*, *Riorraja agassizi* y *S. bonapartti* (*A. castelnaui* y *Riorraja agassizi*) presentaron signos de disminución de la biomasa (Massa & Hozbor 2003). Massa *et al.* (2004) determinaron que en el 2003 hubo una reducción del 31% de las rayas con respecto a los valores de 1994, año en que se intensificó el aprovechamiento comercial de las rayas. Hasta el momento se ha documentado un único antecedente de pesca dirigida a rayas, un caso de un buque palangrero que opera en la Zona Común de Pesca Argentina Uruguaya (ZCPAU) desde 1999 y tiene a *Dipturus chilensis* como especie objetivo, capturando además otras rayas del variado costero, como las mencionadas anteriormente (Collonelo *et al.* 2002, Massa & Hozbor 2006). Hasta el presente no se ha documentado el efecto de la explotación directa sobre el estado poblacional de *D. chilensis* ni el impacto de la actividad sobre las especies de rayas capturadas como *by-catch* por ese arte de pesca.

En la región austral de la Plataforma Continental Argentina (45º y 54º S), un análisis del registro obtenido durante el programa regular de campañas de evaluación estival de especies demersales australes, permitió detectar valores decrecientes de

densidades a partir de los años 1997 para cuatro especies de *Bathyraja*, y a partir de 1999 y 2000 para *S. bonapartti* y *Psammobatis spp.* respectivamente al contrastar estos resultados con un análisis de la flota comercial se observó un incremento de la capturas de rayas y tiburones obtenidas por los buques congeladores a partir del año 1997 (Marí 2005). Este hecho podría estar relacionado a limitaciones impuestas por la SAGPYA en el año 1999, de efectuar extracciones al sur del paralelo 48º S de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) especie objetivo de esa pesquería, lo que habría contribuido a mantener elevado niveles de capturas de los peces cartilaginosos a partir del año 2000 (Marí 2005). En este caso una acción directa efectuada para regular la captura de una especie blanco, pudo haber provocado un aumento de las capturas y desembarques de las especies de rayas (*by-catch*).

En el caso del Golfo San Matías, las variaciones observadas en las capturas mensuales de rayas y en los índices de abundancia relativa (CPUE) podrían explicarse por la dinámica que presenta la pesquería de arrastre y la pesquería artesanal. Las máximas capturas de rayas, efectuadas por la pesquería industrial de arrastre, coinciden con dos momentos puntuales, por un lado una disminución de la biomasa estacional (fines de otoño-invierno) de la especie blanco (*Merluccius hubbsi*) (Di Giácomo & Perier 1982, 1992b), por otra parte el ingreso al golfo de un recurso estacional como el savorín que por su densidad (cardúmenes reproductivos) es objeto de pesca dirigida por la casi totalidad de la flota pesquera (agosto-setiembre) (Perier & Di Giácomo 2002). Un factor adicional en las fluctuaciones de las capturas lo constituye la implementación de una zona de veda reproductiva durante los meses de octubre y noviembre que abarca la mitad norte del golfo (al norte del paralelo de 41° 30'S) (Figura 2). Esta medida hace que la flota se desplace al sector sur del golfo, disminuyendo la captura de merluza y aumentando la de la fauna acompañante -incluyendo las rayas-.

En el caso de la pesca artesanal las fluctuaciones en las capturas de rayas están condicionadas por la operatividad de la flota artesanal y la accesibilidad del recurso merluza, factores ambos que determinan fuertemente el comportamiento estacional de esta pesquería. En síntesis, las variaciones en la CPUE pueden ser explicadas por la dinámica general de la pesquería: fluctuaciones estacionales del recurso merluza, ingreso del recurso estacional savorín, veda reproductiva. Hasta el presente no se han detectado fluctuaciones en la abundancia de las especies de rayas capturadas por ambos tipos de flota. Por lo antes expuesto, la estimación de la abundancia relativa por medio

de la captura por unidad de esfuerzo CPUE no puede ser usado como un índice de abundancia relativa de las rayas.

Respecto al uso de este índice, en una pesquería dirigida de cazón en la localidad de Necochea, Argentina, el uso del esfuerzo pesquero y la CPUE no fue buen indicador de la tendencia en la abundancia poblacional (Chiaramonte 1998). Villwock de Miranda & Vooren (2003) analizaron a partir de datos históricos la CPUE de las estadísticas de desembarque de arrastre en seis especies de rayas entre 1995 y 1997 y encontraron una reducción del 80 % de desembarque, indicando una disminución en la abundancia de las mismas. Los análisis de CPUE en las rayas distribuidas en la plataforma Argentina entre los 34º y 48º S, realizado con datos de la flota de buques congeladores-factoría durante el periodo 1991–1999 demostraron importantes disminuciones a partir del año 1994 (Massa & Hozbor 2003).

En el sur occidental del Océano Atlántico entre los 42º y 48º S, Cedrola *et al.* (2005) evaluaron el impacto de la pesquería de langostino (*Pleoticus müelleri*) (especie blanco) en seis rayas de las quince que habitan el golfo San Jorge en Patagonia. Ellos calcularon el *by-catch* por unidad de esfuerzo BPUE, sin embargo las estimaciones de las CPUE o BPUE en esta pesquería no fueron comparadas con la especie blanco para ver si, las fluctuaciones eran explicadas por la explotación dirigida de *P. müelleri*.

Históricamente las estadísticas pesqueras agrupan a las rayas sin ser discriminadas por especie, siendo Francia la excepción (Dulvy *et al.* 2000). En la estadística nacional Argentina, recién a partir del año 2009 se comienza con la discriminiación de algunas especies de rayas de interés comercial, pero no es aplicable en todas las regiones donde son capturadas (www.minagri.gob.ar 2009). En el Golfo San Matías se incorpora la discriminación de las esepecies a comienzos de 2010 (Millán 2010) y se registra la captura de cinco especies de rayas (*A. platana, A. castelnaui*, *A. cyclophora, S. bonapartii*, y *Dipturus chilensis*) que son las de mayor frecuencia en los desembarques comerciales realizados por la flota pesquera del golfo. Es por ello necesario la reestructuración de los partes de pesca en todas las provincias, y la incorporación de la especificación de las especies para poder detectar los cambios que se pueden producir en los volúmenes capturados.

Existe en el registro de las capturas de rayas un vacío de información que es el relacionado con las tallas precomerciales generalmente descartadas a bordo, como también de aquellas especies que son capturadas y descartadas a bordo por no poseen valor económico. La realización de campañas estacionales de investigación pesquera

como el embarque de observadores a bordo, resultarían medidas a implementar en forma sistemática para evaluar el efecto de la explotación pesquera sobre el conjunto de las especies de rayas capturadas. Complementariamente, en los casos en que se puedan identificar áreas sensibles de estas especies (reproducción, cría) y que las mismas sean afectadas por operaciones de pesca, será necesario recomendar medidas de manejo tendientes a excluir esas áreas de las zonas frecuentadas por las flotas pesqueras, tanto industrial como artesanal.

CONCLUSIÓN FINAL

CONCLUSIONES

El presente trabajo sobre *Atlantoraja platana* del Golfo San Matías permite obtener las siguientes conclusiones:

- *Atlantoraja platana* es una especie endémica del Océano Atlántico Sudoccidental, presentaría una distribución disyunta con dos concentraciones importantes, una en el sur de Brasil (22° y otra, la descripta en este trabajo, en el Golfo San Matías (41-42°S).
- En el Golfo San Matías (42º 11' S: 64º 34' O) se encuentra el registro más austral hasta el momento.
- Existe dimorfismo sexual en relación al largo total, siendo las hembras las que presentan mayor talla que los machos.
- Tanto hembras como machos presentaron crecimiento alométrico negativo.
- También las relaciones LT-PT y LT-AD mostraron diferencias significativas entre los sexos, verificándose que a partir de los 41 cm de LT las hembras son más pesadas que los machos.
- *Atlantoraja platana* se distribuye entre los 81 y 168 m de profundidad con presencia en todo el golfo. El mayor número de ejemplares se encuentra entre los 140 y 159 m.
- Los individuos exhiben una dispersión contagiosa o agregada, sin segregación de sexos y con predominancia de juveniles.
- Las mayores tallas registradas para la especie se presentan en este trabajo. Con valores de 91 cm de LT en una hembra y de 81 cm para un macho.
- En hembras el rango de madurez es de 68 a 89 cm, mientras que la longitud a la cual el 50 % de los individuos madura es a los 72 cm (76,40 % de la talla máxima).
- En este trabajo se registró el diámetro máximo de ovocitos vitelados para la especie del Atlántico Suroccidental.
- El ciclo reproductivo de las hembras de *A. platana* es continuo y anual, con dos picos de máxima actividad en el *IG* uno en otoño y otro en verano. Siendo la mayor actividad en los machos al finalizar la primavera. Las hembras producen cápsulas durante todo el año con un porcentaje mayor en el mes de diciembre.

- La longitud a la cual el 50 % de los machos maduran es a los 64 cm (77,2 % de la talla máxima).
- Los machos incrementan el número de hileras de espinas alares a medida que crecen, estableciéndose el rango de las mismas de 1 a 6.
- *Atlantoraja platana* es de hábitos tróficos epibentónicos con predominancia a la carcinofagia, siendo el langostino (*Pleoticus muelleri*) y el estomatópodo (*Pterygosquilla armata armata*) las presas más consumidas tanto por los juveniles como los adultos de ambos sexos.
- Tanto hembras y machos juveniles y adultos poseen un alto grado de superposición en la dieta y una baja amplitud de la misma.
- El nivel trófico determinado para la especie las ubica como consumidoras o predadoras secundarias.
- Las vértebras son estructuras adecuadas que permiten realizar lecturas de las bandas de crecimiento y así estimar la edad.
- Las vértebras observadas presentaron un mayor porcentaje de bandas oscuras en otoño e invierno asumiendose la deposición anual de las mismas.
- Se utilizó el modelo de crecimiento de von Bertalanffy y se determinó la longevidad en 31.
- La edad máxima alcanzada fue de 15 años en hembras y de 13 años en machos.
- Las hembras maduran a los 8 años y los machos a los 5 años.
- *Atalntoraja platana* como el resto de los peces cartilaginosos, pertenecen a la fauna acompañante de la especie blanco de la pesquería del golfo, la merluza común *Merluccius hubbsi*.
- Las capturas de rayas y la comercialización de las mismas en el Golfo San Matías comienza en el año 1996. Rápidamente se ubican dentro de los condrictios, en el segundo grupo más capturado por la flota de arrastre, después del pez gallo.
- En el conjunto de rayas, *A. platana* es una de las más representada en las capturas a lo largo del año.
- Teniendo en cuenta estos aspectos y las características biológicas de la misma es necesario continuar con monitoreos de la población y promover medidas tendientes a evitar situaciones que lleven a la sobreexplotación de la especie.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

Abdel-Aziz, S.H. 1992. The use of vertebral rings of the brown ray *Raja miraletus* (Linnaeus, 1758) off the Egyptian Mediterranean coast for estimation of age and growth. Cybium, 16: 121–132.

Alverson, D.L. & Pereyra, W.T. 1969. Demersal Fish Explorations in the Northeastern Pacific Ocean – An evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasting. Journal Fisheries Reserch Board of Canada, 26(8): 1985-2001.

Amundsen, P.A., Gabler, H.M & Staldvik, F.J. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. Journal of Fish Biology, 48: 607-614.

Barbini, S.A. 2010. Ecología trófica de las rayas (Chondricthyes, Rajidae) en el ecosistema costero bonaerense y uruguayo. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Pp: 280.

Barbini, S.A., Lucifora, L.O & Hozbor N.M. 2011. Feeding habits and hábitat selectivity of the shortnose guitarfish, *Zapteryx brevirostris* (Chondrichthyes, Rhinobatidae), off north Argentina and Uruguay. Marine Biology Research, 7: 365-377.

Beamish, R.J. & Fournier, D.A. 1981. A Method for Comparing the Presicion of a Set of Age Determinatios. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 38: 233-236.

Beddington, J. & Kirkwood, G. 2005. Introduction: fisheries, past, present and future. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 360: 163-170.

Beier, E.J. & Akaprahamyan, R. 1991. Variación estacional de la circulación inducida por el viento en el Golfo San Matías aplicando el modelo Cox/CIMA. Resúmenes de las Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Puerto Madryn, Argentina, Pp: 109.

Belleggia, M., Mabragaña, E., Figueroa, D.E., Scenna, L.B., Barbini, S.A. & Díaz de Astarloa, J.M. 2008. Food habits of the broad nose skate, *Bathyraja brachyurops* (Chondrichthyes, Rajidae), in the south-west Atlantic. Scientia Marina, 72(4): 701-710.

Bellisio, N.B., López, R.B. & Torno, A. 1979. Peces Marinos Patagónicos. Editorial Códex, Buenos Aires, Pp: 280.

Bizzarro, J.J., Robinson, H.J., Rinewalt, C.S. & Ebert, D.A. 2007. Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. Environmental Biology of Fishes, 80: 197-220.

Boschi, E.E., Fischbach, C.E & Iorio, M.I. 1992. Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. Frente Marítimo, 10, Sec. A: 7- 94.

Braccini, J.M. & Chiaramonte, G.E. 2002a. Reproductive biology of *Psammobatis extenta*. Journal of Fish Biology, 61: 272-288.

Braccini, J.M. & Chiaramonte, G.E. 2002b. Intraspecific variation in the morphology of the sand skate. Journal of Fish Biology, 61: 959-972.

Braccini, J.M. & Chiaramonte, G.E. 2002c. Biología de la raya *Psammobatis extenta*. Revista Chilena de Historia Natural, 75: 179-188.

Braccini, J.M. & Perez, J.E. 2005. Feeding habits of sandskate *Psammobatis extenta* (Garman, 1913): sources of variation in dietary composition. Marine and Freshwater Research, 56: 395-403.

Braccini, J.M., Gillanders, B.M. & Walker, T.I. 2005. Sources of variation in the feeding ecology of the piked spurdog (*Squalus megalops*): implications for inferring predatorepreyinteractions from overall dietary composition. ICES Journal of Marine Science, 62: 1076-1094.

Brander, K. 1981. Disappearance of common skate *Raia batis* from Irish Sea. Nature, 290: 48-49.

Brander, K. & Palmer, D. 1985. Growth rate of *Raia clavata* in the Northeast Irish Sea. Journal du Conseil International Pour L´Exploration de la Mer, 42: 125-128.

Bremec, C., Marecos, A., Schejter, L. & Lasta, M. 2003. Guía técnica para la identificación de invertebrados epibentónicos asociados a los bancos de viera (*Zygochlamys patagonica*) en el Mar Argentino. Publicaciones Especiales INIDEP, Mar del Plata, 28 pp.

Cailliet, G.M. & Goldman, K.J. 2004. Age determination and validation in chondrichthyan fishes. Pp: 399-447. En: Carrier J, Musick JA, Heithaus MR (Ed.) Biology of sharks and their relatives. CRC Press LLC, Boca Raton, FL, Pp: 616.

Cailliet, G.M., Radtke, R.L. & Welden, B.A. 1986. Elasmobranch Age Determination and Verification: A Review. Indo-Pacific Fish Biology: Proccedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes, (Ed.) T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi and K. Matsuura, Ichthyological Society of Japan, Tokyo, Pp: 345-360.

Cailliet, G.M., Smith, W.D., Mollet, H.F. & Goldman, K.J. 2006. Age and growth studies of chondrichthyan fishes: the need for consistency in terminology, verification, validation, and growth function fitting. Environmental Biology of Fishes, 77:211-228.

Cailliet, G.M., Martin, L.K, Kusher, D., Wolf, P. & Welden, B.A. 1983. Techniques for Enhancing Vertebral Bands in ge Estimation of California Elasmobranchs. Technique Report National Marine Fisheries Service, NOAA, 8: 157-165.

Camarero, M.E. 2007. Técnicas de preparación de estructuras esqueléticas (vértebras y espinas) de peces cartilaginosos, para la observación de patrones de crecimiento. Trabajo Final Para la obtención del Título en Técnico en Producción Pesquera y Maricultura. Universidad Nacional del Comahue, Pp: 27.

Campana, S.E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. Review paper. Journal of Fish Biology, 59: 197-242.

Carreto, J.I., Verona, C.A., Casal, A.B. & Laborde, A. 1974. Fitoplancton, pigmentos y condiciones ecológicas del Golfo San Matías. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Informe 10, Pp: 76.

Casarini, L.M. 2006. Dinâmica populacional de raias demersais dos gêneros *Atlantoraja* e *Rioraja* (Elasmobranchii, Rajidae) da costa sudeste e sul de Brasil. Tese Doutoral em Ciencias, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, área de Oceanografia Biológica, Pp: 206.

Cedrola, P.V., González, A.M. & Pettovello, A.D. 2005. Bycatch of skates (Elasmobranchii: Arhynchobatidae, Rajidae) in the Patagonian red shrimp fishery. Fisheries Research, 71(2): 141-150.

Cerrato, R.M. 1990. Interpretable statistical test for growth comparison using parameters in the von Bertalanffy equation. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 47: 1416-1426.

Coelho, R. & Erzini, K. 2006. Reproductive aspects of the undulate ray, *Raja undulata*, from the south of Portugal. Fhisheries Research, 81: 80-85.

Colonello, J.H. 2009. Ecología reproductiva de tres batoideos (Chondrichthyes): *Atlantoraja castelnaui* (Rajidae), *Rioraja agassizi* (Rajidae) y *Zapteryx brevirostris* (Rhinobatidae). Implicancias de distintas estrategias adaptativas en un escenario de explotación. Trabajo de Tesis de Doctorado en Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata, Pp: 183.

Collonelo, J.H, Massa, A.M. & Lucifora, L.O. 2002 Composición de la captura de rayas del buque palangrero "Sureste 501" en el norte del Mar Argentino. INIDEP, Informe Técnico Interno 107, Pp: 13.

Colonello, J.H., García M.L. & Lasta C.A. 2007a. Reproductive biology of *Rioraja agassizi* from the coastal southwestern Atlantic ecosystem between northern Uruguay (34ºS) and northern Argentina (42ºS). Environmental Biology of Fishes, 80: 277-284.

Colonello, J.H., Lucifora, L.O. & Massa, A.M. 2007b. Reproduction of the angular angel shark (*Squatina guggenheim*): geographic differences, reproductive cycle, and sexual dimorphism. ICES Journal of Marine Science, 64: 131–140.

Compagno, L.J.V. 1990. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. Environmental Biology of Fishes, 28: 33-75.

Conrath, C. 2004. Chapter 7. Reproductive Biology. Pp: 133-164. En: Musick, J.A. and R. Bonfil (Eds.) Elasmobranch Fisheres Management Techniques. Asia-Pacific Economic Cooperation. Singapore, Pp: 251.

Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 54: 726-738.

Cortés, E. 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. ICES Journal of Marine Science, 56: 707-717.

Cousseau, M.B., Figueroa, D.E. & Díaz de Astarloa, J.M. 2000. Clave de identificación de las rayas del litoral marítimo de Argentina y Uruguay (Condrichthyes, Familia Rajidae). Mar del Plata, INIDEP, 3 Pp: 5.

Cousseau, M.B., Figueroa, D.E., Díaz de Astarloa, J.M., Mabragaña, E. & Lucifora, L.O. 2007. Rayas, chuchos y otros batoideos del Atlántico Suddoccidental (34ºS-55ºS). Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero,

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Mar del Plata, República Argentina, Pp: 103.

Chiaramonte, G.E. 1998. Shark fisheries in Argentina. Marine and Freshwater Research, 49(7): 601-609.

Daiber, F.C. 1960. A Technique for Age Determination in the Skate, *Raja eglanteria*. Copeia, 3: 258-260.

Davis, C.D., Cailliet, G.M. & Ebert, D.A. 2007. Age and growth of the roughtail skate *Bathyraja trachura* (Gilbert 1892) from the eastern North Pacific. Environmental Biology of Fishes, 80: 325-336.

Di Giácomo, E.E. & Perier, M.R. 1982**.** Bottom trawl surveys for hake Merluccius *hubbsi*, Marini 1933 in the San Matias Gulf, Argentina. In: International Symposium on Utilization of Coastal Ecosystems: Planning Pollution and Productivity. Rio Grande, Brasil. Atlántica, 5(2): 36-37.

Di Giácomo, E.E. & Perier, M.R. 1991. Evaluación de la biomasa y explotación comercial del pez gallo (*Callorhinchus callorhynchus*) en el golfo San Matías, Argentina. Frente Marítimo, 9, Sec. A: 7-13.

Di Giácomo, E.E. & Perier, M.R. 1992a. Abundancia, estructura poblacional y zona de desove de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en el Golfo San Matías, Argentina. Frente Marítimo, 12, Sec. A: 47-52.

Di Giácomo, E.E. & Perier, M.R. 1992b. Retracción de la pesquería demersal del golfo San Matías: ¿Escasez de recursos o disminución de la eficiencia?. Frente Marítimo, 11, Sec. A: 7-13.

Di Giácomo, E.E. & Perier, M.R. 1994. Reproductive biologyof the cockfish, *Callorhinchus callorhynchus* (Holocephali: Callorhinchidae) in Patagonian water (Argentina). Fishery Bulletin, 92: 531-539.

Di Giácomo, E.E. & Perier, M.R. 1995. Patrones de distribución y hábitat alimenticios de peces demersales explotados comercialmente en el Golfo San Matías, Argentina. Resúmenes del Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR), Mar del Plata, Argentina, Pp: 66.

Di Giacomo, E.E. & Perier, M.R. 1996a. Evaluación del potencial pesquero de la zona norte del golfo San Matías. Informe Final: Proyecto Especial de la Universidad Nacional del Comahue, 2 Tomos, Pp: 82.

Di Giácomo, E.E. & Perier, M.R. 1996b. Feeding Habits of Cockfish, *Callorhinchus callorhynchus* (Holocephali: Callorhynchidae), in Patagonian Waters (Argentina). Marine Freshwater Research, 47: 801-8.

Di Giácomo, E.E. & Perier, M.R. 1997. Evaluación y monitoreo de recursos demersales del Golfo San Matías. Informe Final. Convenio de Cooperación Técnica Pesquera. República Argentina-Unión Europea, Pp: 37.

Díaz Andrade, M.C. 2006. Aspectos morfohistológicos del ovario de *Sympterygia acuta* Garman, 1877 (Chondrichthyes, Rajidae). Tesina para optar por el grado de Licenciado en Ciencias Biológicas. Dpto. de Biología, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional del Sur, Pp: 47.

Díaz Andrade, M.C. 2010. Morfofisiología de la Biología Reproductiva de las especies del Gn. *Sympterygia* del estuario de Bahía Blanca. Tesis para optar por título de Doctor en Biología. Dpto. de Biología, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional del Sur, Pp: 206.

Du Buit, M.H. 1976. Age et croissance de *Raja batis* et de *Raja naevus* en Mer Celtique. Journal du Conseil International Pour L´Exploration de la Mer, 37(3): 261-265.

Dulvy, N.K. & Reynolds, J.D. 2002. Predicting extinction vulnerability in skates. Conservation Biology, 16(2): 440-450.

Dulvy, N.K., Metcalfe, J.D., Glanville, J.G., Pawson, M.G. & Reynolds, J.D. 2000. Fishery stability, local extinctions, and shifts in community structure in skates. Conservation Biology, 14(1): 283-293.

Ebert, D.A. 2005. Reproductive biology ofskates, *Bathyraja* (Ishiyama), along the eastern bering Sea continental slope. Journal of Fish Biology, 66: 618-649.

Ebert, D.A. & Bizzarro, J.J. 2007. Standardized diet compositions and trophic levels of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). Environmental Biology of Fishes, 80: 197-220.

Ebert, D.A. & Compagno, L.J.V. 2007. Biodiversity and systematics of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). Environmental Biology of Fishes, 80: 111–124.

Ebert, D.A. & Davis, C.D. 2007. Descriptions of skate egg cases (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei) from the eastern North Pacific. Zootaxa, 1393: 1-18.

Ebert, D.A., Compagno, L.J.V. & Cowley, P.D. 2008a. Aspects of the reproductive biology of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei) from southern Africa. ICES Journal of Marine Science, 65: 81–102.

Ebert, D.A., Smith, W.D. & Cailliet, G.M. 2008b. Reproductive biology of two commercially exploited skates, *Raja binoculata* and *R. rhina*, in the western Gulf of Alaska. Fisheries Research, 94: 48–57.

Engel, K.B & Callard, G.V. 2005. Chapter 6. The testis and spermatogenesis. Pp: 171-200 En: W.C. Hamlett. (Eds.) Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes Sharks, Batoids and Chimaeras, Pp: 576.

Escofet, A. 1973. Los géneros de anfípodos más comunes en el área de Mar del Plata. Clave para su reconocimiento. Contribución del Instituto de Biología Marina 239, Pp: 30.

Estalles, M., Coller, N.M., Perier, M.R. & Di Giácomo, E.E. 2011. Skates in the demersal trawl fishery of San Matías Gulf: species composition, relative abundance and maturity stages. Aquatic Living Resources, 24: 193–199.

Failla, M. 2002. Colección de otolitos. Instituto de Biología Marina y Pesquera "Almirante Storni". San Antonio Oeste, Río Negro, Pp: 3.

FishStat Plus. 2008. Programa informático universal para series cronológicas de estadísticas pesqueras. Versión 2.3 - 6.1 Mb. Departamento de Pesca y Acuicultura FAO.

Forcelli, D.O. 2000. Moluscos Magallánicos. Guía de moluscos de patagonia y sur de Chile. Vazquez Mazzini Editores, Pp: 200.

Francis, M.P. 2006. Morphometric minefields-towards a measurement standard for chondrichthyan fishes. Environmental Biology of Fishes, 77: 407–421.

Francis, M., Maolagáin, C.O. & Stevens, D. 2001. Age, growth, and sexual maturity of two New Zealand endemic skates, *Dipturus nasutus* and *D. innominatus*. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 35: 831–842.

Frisk, M.G. 2010. Chapter 6. Life history strategies of batoids. Pp: 283–316. En: Biology of Sharks and Their Relatives, Vol. II. Carrier, C., Musick, J. A. & Heithaus, M. R., (Eds). San Diego, CA: Academic Press.

Fuentealba, C.M. & Leible, M.D. 1990. Perspectiva de la pesuería de raya volantín *Raja* (*Dipturus*) *flavirostris*: Estudio de edad, crecimiento y algunos aspectos reproductivos. En: MA. Barbieri (Ed) "Perspectiva de la Actividad Pesquera en

Chile", Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparíso, Pp: 227-236.

Gagliardini, D.A. & Rivas, A.L. 2004. Environmental characteristics of San Matías Gulf obtained from LANDSAT-TM AND ETM+ DATA. Gayana, 68:186-193.

García de la Rosa, S.B. 1998. Estudio de las interrelaciones tróficas de dos elasmobranquios del mar argentino, en relación con la variaciones espacio-temporales y ambientales. *Squalus acanthias* (Squalidae) y *Raja flavirostris* (Rajidae). Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Pp: 215.

Goldman, K.J. 2004. Chapter 6. Management techniques for elasmobranch fisheries. Age and growth of elasmobranch fishes. Pp: 97–132. En: Musick JA, Bonfil R (Eds) Elasmobranch fisheries management techniques. Asia Pacific Economic Cooperation, Singapore, Pp: 251.

Gomez, U.L. & De Carvalho, M.R. 1995. Egg capsules of *Schroederichthys tea*vis and *Scyliorhinus haeckelii* (Chondrichthyes, Scyliorhinidae). Copeia, l: 232-236.

Gosztonyi, A.E. & Kuba, L. 1996. Atlas de huesos craneales y de cintura escapular de peces costeros patagónicos. ISSN Nº 0328-462X Fundación Patagonia Natural. Informe Técnico 4, Pp: 29.

Günther, A. 1880. Report on the shore fishes procured during the voyage of H.M.S. A: Report on the scientific results of the voyage of H. M. S Challenger. Zoology Report, Challenger Shore Fishes, 1(6): 1-82. Pls. 1-32.

Hamlett, W.C. 1999. Chapter 16. Male reproductive system. Pp: 444-470. En: Sharks, Skates and Rays: the Biology of Elasmobranch Fishes. W.C. Hamlet (Ed.) The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Hamlett, W.C. 2005. Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes Sharks, Batoids and Chimaeras. (Ed.) W.C. Hamlett, Pp: 576 pp.

Hamlett, W.C. & Koob, T.J. 1999. Chapter 15. Female reproductive system. Pp: 398-443. En: Sharks, Skates and Rays: the Biology of Elasmobranch Fishes. W.C. Hamlet (Ed.). The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Holden M.J. 1972. The growth rates of *Raja brachyuran*, *R. clavata* and *R. montagui* as determined from tagging data. Journal du Conseil International Pour L´Exploration de la Mer, 34(2): 161-168.

Holden, M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. En F.R. Harden Jones (editor), Sea Fisheries Research, Wiley, New York, Pp: 117-137.

Holden, M.J. 1975. The fecundity of *Raja clavata* in British waters. Journal du Conseil International de l`Exploration de la Mer, 36(2): 110-118.

Holden, M.J. & Vince, M.R. 1973. Age validation studies on the centra of *Raja clavata* using tetracycline. Journal du Conseil International Pour L´Exploration de la Mer, 35(1): 13-17.

Holden, M.J., Rout, D.W. & Humphreys, C.N. 1971. The Rat of Egg Laying by Three Species of Ray. Journal du Conseil International de l`Exploration de la Mer, 33(3): 335-339.

Hozbor, N. & Massa, A. 2008. Distribución espacio-temporal de condrictios en la zona común de pesca Argentino Uruguaya. INIDEP, Informe Técnico 002, Pp: 18.

Hubbs, C.L. & Ishiyama R. 1968. Methods for the taxonomic study and description of skates (Rajidae). Copeia, 3: 483-491.

Hureau, J.C. 1970. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques *(Nothothenidae)*. Bulletin de I'Institut Oceanographique, Monaco, 68(1391), Pp: 224.

Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. Journal of Fish Biology, 17: 411-429.

IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>.

Jamieson, B.G.M. 2005. Chapter 7. Chondrichthyan spermatozoa and phylogeny. Pp: 201-236 En: W.C. Hamlett. (Ed.) Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes Sharks, Batoids and Chimaeras, Pp: 576.

Jones, C.J.P., Walker, T.I., Bell, J.D., Reardon, M.B., Ambrosio, C.E., Almeida, A. & Hamlett, W.C. 2005. Chapter 12. Male genital ducts and copulatory appendages in chondrichthyans. Pp: 361-393. En: W.C. Hamlett. (Ed.) Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes Sharks, Batoids and Chimaeras Pp: 576.

Jons, G.D. & Miranda L.E. 1997. Ovarian weight as an index of fecundity, maturity and spawning periodicity. Journal of Fish Biology, 50: 150-156.

Kerr, L.A., Andrews, H.A., Cailliet, G.T., Brown, T.A & Coale, K.H. 2006. Investigations of D14C, D13C, and D15N in vertebrae of white shark

(*Carcharodon carcharias*) from the eastern North Pacific Ocean. Environmental Biology of Fishes, 77: 337–353.

Koen Alonso, M., Crespo, E.A., Garcia, N.A., Pedraza, S.N., Mariotti, P.A. & Mora, N.J. 2002. Fishery and ontogenetic driven changes in the diet of the spiny dogfish, *Squalus acanthias*, in Patagonia waters, Argentina. Environmental Biology of Fishes, 63: 193–202.

Koen Alonso, M., Crespo, E.A., Garcia, N.A., Pedraza, S.N., Mariotti, P.A., Beron Vera, B. & Mora, N.J. 2001. Food habits of *Dipturus chilensis* (Pisces: Rajidae) off Patagonia, Argentina. ICES Journal of Marine Science, 58: 288-297.

Koob, T.J. & Cox, D.L. 1993. Stabilization and sclerotization of *Raja erinacea* egg capsule proteins. Environmental Biology of Fishes, 38: 151-157.

Krebs, C.J. 1999. Ecological methodology. 2nd eds. Addison Wesley Longman, Inc. California, Pp: 620.

Kyne, P.M., Courtney, A.J. & Bennett, M.B. 2008. Aspects of reproduction and diet of the Australian endemic skate *Dipturus polyommata* (Ogilby) (Elasmobranchii: Rajidae), by-catch of a commercial prawn trawl fishery. Journal of Fish Biology, 72: 61-77.

Lacy, E.R. 2005. Chapter 11. Alkaline glands and clasper glands of batoids. Pp. 337-360. En: W.C. Hamlett. (Ed.) Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes Sharks, Batoids and Chimaeras, Pp: 576.

Lessa, R., Marcante Santana, F. & Duarte-Neto, P. 2006 A critical appraisal of marginal increment analysis for assessing temporal periodicity in band formation among tropical sharks. Environmental Biology of Fishes, 77(3-4), Pp: 309.

Levins, R. 1968. Evolution in changing environments: some theoretical explorations. Princeton University Press, Princeton, NJ, Pp: 132.

Licandeo, R. & Cerna, F.T. 2007. Geographic variation in life-history traits of the endemic kite skate *Dipturus chilensis* (Batoidea: Rajidae), along its distribution in the fjords and channels of southern Chile. Journal of Fish Biology, 71: 421-440.

Licandeo, R.R., Lamilla, J.G., Rubilar, P.G. & Vega, R.M. 2006. Age, growth, and sexual maturity of the yellownose skate *Dipturus chilensis* in the south-eastern Pacific. Journal of Fish Biology, 68: 488-506.

Lombardi-Carlson, L.A., Cortés, E., Parsons, G.R. & Manire, C.A. 2003. Latitudinal variation in life-hitory traits of bonnethead sharks, *Sphyrna tiburo*, (Carcharhiniformes: Sphyrnidae) from the eastern Gulf of Mexico. Marine and Freshwater Research, 54: 875-883.

Lucifora, L.O. 2003. Ecología y Conservación de los Grandes Tiburones Costeros de Bahía Anegada, Provincia de Buenos Aires, Argentina Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero Mar del Plata, Pp: 406.

Lucifora, L.O., Valero, J.L., Bremec, C.S. & Lasta, M.L. 2000. Feeding habits and prey selection by the skate *Dipturus chilensis* (Elasmobranchii: Rajidae) from the south-western Atlantic. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 80: 953-954.

Luer, C.A. & Gilbert, P.W. 1985. Mating behavior, egg deposition, incubation period, and hatching in the clearnose skate, *Raja eglanteria*. Environmetal Biology of Fishes, 13(3): 161-171.

Mabragaña, E. 2007. Las rayas del género *Psammobatis* de la Plataforma Argentina: Biología y Ecología. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Pp: 175.

Mabragaña, E. & Cousseau, M.B. 2004. Reproductive biology of two sympatric skates in the south-west Atlantic: *Psammobatis rudis* and *Psammobatis normani*. Journal of Fish Biology, 65: 559–573.

Mabragaña, E. & Giberto, A. 2007. Feeding ecology and abundance of two sympatric skates, the shortfin sand skate *Psammobatis normani* McEachran, and the smallthorn sand skate *P. rudis* Günther (Chondrichthyes, Rajidae), in the southwest Atlantic. ICES Journal of Marine Science, 1-11.

Mabragaña, E., Lucifora, L.O & Massa, A.M. 2002. The reproductive ecology and abundance of *Sympterigya bonapartii* endemic to the south-west Atlantic. Journal of Fish Biology, 60: 951-967.

Mabragaña, E., Giberto, D.A. & Bremec, C.S. 2005, Feeding ecology of *Bathyraja macloviana* (Rajiformes: Arhynchobatidae): a polychaete-feeding skate from the South-west Atlantic. Science Marine, 9(3): 405-413.

Mabragaña, E., Figueroa, D.E., Scenna, L.B., Díaz de Astarloa, J.M., Colonello, J. & Massa, A.M. 2009. Clave de identificación de cápsulas de huevos de condrictios del mar argentino. INIDEP, Informe Técnico 77, Pp: 14.

Marçal, A.S. 2003. Biologia reprodutiva de *Atlantoraja platana* (GÜNTHER 1880) (Elasmobranchii: Rajidae) no Sul do Brasil. MSc Thesis, Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brazil, Pp: 99.

Marí, N.R. 2005. Síntesis de la información derivadas de las Campañas de Evaluación de Peces Demersales Australes desarrolladas en el Mar Argentino, entre los 45º y 54º S, por los buques del INIDEP, durante el periodo 1992 al 2001. Peces Cartilaginosos. INIDEP, Informe Técnico Interno 93, Pp: 30.

Martins, I.A., Martins, C.L. & De A. Leme, M.H. 2005. Biological parameters and population structure of *Psammobatis extenta* in ubatuba region, north coast of the State of Sao Paulo, Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 85: 1113-1118.

Massa, A.M. & Hozbor, N.M. 2003. Peces cartilaginosos de la Plataforma Argentina: explotación, situación y necesidades para un manejo pesquero adecuado. Frente Marítimo, 19, Sec. B: 199-206.

Massa, A.M. & Hozbor, N.M. 2006. Análisis de la captura declarada de peces cartilaginosos por la flota comercial argentina, en la zona común de pesca Argentina Urugauya (ZCPAU) y aguas territoriales adyacentes. Periodo 1992-2005. INIDEP, Informe Técnico 64, Pp: 12.

Massa, A.M., Hozbor, N.M. & Colonello, J. 2004. Situación actual y avance en el estudio de los peces cartilaginosos. INIDEP, Informe Técnico Interno 57, Pp: 18.

Massa, A.M., Hozbor, N.M. & Colonello, J. 2007. Análisis de la explotación y recomendaciones de manejo de rayas, pez ángel y gatuzo en la zona común de pesca argentino-uruguaya. INIDEP, Informe Técnico Oficial 14, Pp: 25.

Mazio, C.A. & Vara, C.D. 1983. Las mareas del Golfo San Matías. 13, Servicio de Hidrografía Naval. Armada Argentina, Buenos Aires.

McEachran, J.D. 1970. Egg capsules and reproductive biology of the *Raja garmani* (Pisces: Rajidae.). Copeia, 1: 197-199.

McEachran, J.D. 1984. Anatomical Investigations of the New Zealand Skates *Bathyraja asperula* and *B. spinifera*, With an Evaluation of Their Classification Within the Rajoidei (Chondrichthyes). Copeia, 1: 45-58.

McEachran, J.D. & Notarbartolo di Sciara, G. 1995. Peces Batoideos. In: W. Fischer, F. Krupp, F. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter, & V.H. Niem (Eds.), Guia FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacifico centro-oriental. Vol. 2. Vertebrados. Parte 1. FAO, Roma, Pp: 746-792.

McEachran, J.D. & Dunn, K.A. 1998. Phylogenetic Analysis of Skates, a Morphologically conservative Clade of Elasmobranchs (Chondrichthyes: Rajidae). Copeia, 2: 271-290.

McFarlane, G.A. & King, J.R. 2006. Age and growth of big skate (*Raja binoculata*) and longnose skate (*Raja rhina*) in British Columbia waters. Fisheries Research, 78: 169-178.

McFarlane, G.A., King, J.R. & Saunders, M.W. 2002. Preliminary study on the use of neural arches in the age determination of bluntnose sixgill sharks (*Hexanchus griseus*). Fishery Bulletin, 100: 861–864.

Menni, R.C. 1972. *Raja* (*Atlantoraja*) subgen. nov. y lista crítica de los Rajidae argentinos (Chondricthyes, Rajiformes). Universidad Nacional de La Plata Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Revista del Museo de La Plata. Tomo XI (nueva serie) Zoología, 103: 164-173.

Menni, R.C. 1973. Rajidae del litoral bonaerense I. Especies de los géneros *Raja*, *Bathyraja* y *Sympterygia* (Chondrichtyes). PHYSIS Sec. A 32(85): 413-439.

Menni, R.C. & Stehmann, M.F.W. 2000. Distribution, environment and biology of batoid fishes off Argentina, Uruguay and Brazil. A review. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, 2(1): 69-109.

Menni, R.C. & Lucifora, L.O. 2007. Condrictios de la Argentina y Uruguay. Lista de trabajo. ProBiota, FCNyM, UNLP. Serie Técnica y Didáctica 11, Pp: 15.

Menni, R.C., Ringuelet, R.A. & Aramburu, R.H. 1984. Peces Marinos de la Argentina y Uruguay. Reseña histórica, clave de familias, géneros y especies, catálogo crítico. Editorial Hemisferio Sur S.A., Pp: 359.

Menni, R.C., Jaureguizar, A.J., Stehmann, M.F.W. & Lucifora, L.O. 2009. Marine biodiversity at the community level: zoogeography of sharks, skates, rays and chimaerasin the southwestern Atlantic. Biodiversity and Conservation, 19(3): 775-796.

Millán, D.O. 2007. Estadística Pesquera año 2007 Provincia de Río Negro. Dirección de Pesca, Policía de Pesca, Pcia. de Río Negro.

Millán, D.O. 2010. Estadística Pesquera año 2010 Provincia de Río Negro. Dirección de Pesca, Policía de Pesca, Pcia. de Río Negro.

Musick, J.A. & Ellis, J.K. 2005. Chapter 3. Reproductive Evolution of Chondrichthyans. Pp. 45-79 En: W.C. Hamlett. (Ed.) Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes Sharks, Batoids and Chimaeras, Pp: 576.

Natanson, L.J., Sulikowski, J.A., Kneebone, J.R. & Tsang, P.C. 2007. Age and growth estimates for the smooth skate, *Malacoraja senta*, in the Gulf of Maine. Environmental Biology of Fishes, 2: 293-308.

Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World. Fourth Edition. Ed. Wiley. Jhon Wiley & Sons, Inc., Pp: 601.

Notage, A.S. & Perkins, E.J. 1983. Growth and maturation of rooker *Raja clavata* L. in the Solway Firth. Journal of Fish Biology, 23: 43–48.

Ocampo, M. 2006. Campaña Recursos Demersales 2006 (REDE 2006). Informe preliminar: Estimación de biomasa y estructura poblacional de merluza común (*Merluccius hubbsi*). IBMP Alte. Storni, Informe Técnico Interno 31, Pp: 19.

Oddone, M.C. & Vooren, C.M. 2002. Egg-cases and size at hatching of *Sympterygia acuta* in the south-western Atlantic. Journal of Fish Biology, 61: 858-861.

Oddone, M.C. & Velasco, G. 2004. Size at maturity of the smallnose fanskate *Sympterygia bonapartii* (Müller & Henle, 1841) (Pisces, Elasmobranchii, Rajidae) in the SW Atlantic. ICES Journal of Marine Science, 61: 293-296.

Oddone, M.C. & Vooren, C.M. 2004. Distribution, abundance and morphometry of *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903) (Elasmobranchii: Rajidae) in southern Brazil, Southwestern Atlantic. Neotropical Ichthyology, 2(3): 137-144.

Oddone, M.C. & Vooren, C.M. 2005. Reproductive biology of *Atlantoraja cyclophora* (Regan 1903) (Elasmobranchii: Rajidae) off southern Brazil. ICES Journal of Marine Science, 62: 1095-1103.

Oddone, M.C. & Amorim, A.F. 2007. Length-weight Relationships, Condition and Population Structure of the Genus *Atlantoraja* (Elasmobranchii, Rajidae, Arhynchobatinae) in Southeastern Brazilian Waters, SW Atlantic Ocean. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, 38: 43–52.

Oddone, M.C. & Amorim, A.F. 2008. Size at maturity of *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) (Chondrichthyes: Rajidae: Arhynchobatinae) in the south-west Atlantic Ocean Brief Communications. Journal of Fish Biology, 72: 1515–1519.

Oddone, M.C., Marçal, A.S. & Vooren, C.M. 2004. Egg capsules of *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903) and *A. platana* (Günther, 1880) (Pisces, Elasmobranchii, Rajidae). Zootaxa, 426: 1-4.

Oddone, C.M. Paech, L. & Norbis, W. 2005. Size at first sexual maturity of two species of rajoid skates, genera *Atlantoraja* and *Dipturus* (Pisces, elasmobranchii, Rajidae), from the south-western Atlantic Ocean. Journal of Applied Ichthyology, 21: 70-72.

Oddone, M.C., Amorin, A.F & Mancini, P.L. 2008a. Reproductive biology of the spotback skate, *Atlantoraja castelnaui* (Ribeiro, 1907) (Chondrichthyes, Rajidae), in southeastern Brazilian waters. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 43(2): 327-334.

Oddone, M.C., Norbis, W., Mancini, P.L. & Amorin, A.F. 2008b. Sexual development and reproductive cycle of the Eyespot skate *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903) (Chondrichthyes: Rajidae: Arhynchobatinae), in southeastern Brazil. Acta Adriatica, 49(1): 73-87.

Oddone, M.C., Amorim, A.F., Mancini, L.M., Norbis, W. & Velasco G. 2007. The reproductive biology and cycle of *Rioraja agassizi* (Müller and Henle, 1841) (Chondrichthyes: Rajidae) in southeastern Brazil, SW Atlantic Ocean. Scientia Marine, 71(3): 593-604.

Oksanen, J., Guillaume Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Henry, M., Stevens, H. & Wagner, H. 2011. Package 'Vegan' Community Ecology Package Version 2.0-1. (http://cran.r-project.org, http://vegan.r-forge.r-project.org/

Paesch, L. & Oddone, M.C. 2008. Change in size-at-maturity of the yellownose skate *Dipturus chilensis* (Guichenot, 1848) (Elasmobranchii: Rajidae) in the SW Atlantic. Neotropical Ichthyology, 6(2): 223-230.

Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews, Manila, 8: Pp: 325.

Pauly, D., Trites, A.W., Capuli, E. & Christensen, V. 1998. Diet composition and trophic levels of marine mammals. ICES Journal of Marine Science, 55: 467-481.

Perier, M.R. & Di Giácomo, E.E. 2002a. Distribución, abundancia y reproducción de *Paralichthys isosceles*, *P. patagonicus* y *Xistreuris rasile* (Pleuronectiformes:

Bothidae) en aguas patagónicas, Argentina. IBMP - Serie Publicaciones, 1: 32-39.

Perier, M.R. & Di Giácomo, E.E. 2002b. El savorin, *Seriolella porosa* como un recurso estacional en el Golfo San Matías, Argentina. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, 15: 15-26.

Perier, M.R., Coller**,** N.M., Di Giácomo, E.E. & Gavensky, M. 2003. Capturas de condrictios en la pesquería de arrastre del golfo San Matías". Resumenes de las V Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar y XIII Coloquio Argentino de Oceanografía. Mar del Plata, Argentina, Pp: 153.

Perier, M.R., Coller**,** N.M., Di Giácomo, E.E. & Estalles, M.L. 2007. Estado biológico de las especies de condrictios del Golfo San Matías. Serie Documento Técnico 01/07, CONDROS, Instituto de Biología Marina y Pesquera "Almirante Storni", Pp: 42.

Perier, R., Estalles, M., Coller, M. & Di Giacomo, E.E. 2011. Reproductive biology of the endemic skate *Psammobatis lentiginosa* in Southwestern Atlantic. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 91: 1165-1173.

Pineda, S.E.; Brunetti, N.E. & Scarlato, N. 1998. Calamares Loligínidos (Cephalopoda, Loliginidae). Pp. 13-36. En: E. Boschi (Ed). INIDEP. El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros. Tomo 2. Los moluscos de interés pesquero. Cultivo y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos, Pp: 36.

Piola, A.A. & Scasso, L.M. 1988. Circulación en el Golfo San Matías. Geoacta, 15: 33-51.

Piola, A.A. & Rivas, A.L. 1997. Corrientes en La Plataforma Continental. En: E. Boschi (Ed). INIDEP. El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros, 119-132.

Prager, M.H., Saila, S.B. & Recksick, C.W. 1987. FISHPARM: a microcomputer program for parameter estimation of nonlinear models in fishery science. Old Dominion University, Department of Oceanography, Norfolk, VA, Technical Report, 87-10.

Pratt, H.L. & Carrier, J.C. 2005. Chapter 5. Elasmobranch Courtship and Miting Behavior. Pp. 129-169 En: W.C. Hamlett. (Ed.) Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes Sharks, Batoids and Chimaeras, Pp: 576.

Quiroz, J.C., Wiff, R. & Céspedes, R. 2007. Reproduction and population aspects of the yellownose skate, *Dipturus chilensis* (Pisces, Elasmobranchii: Rajidae), from southern Chile. Journal Applicate Ichthyology, 25: 72-77.

Rinewalt, C.S., Ebert, D.A. & Cailliet, G.M. 2007. Food habits of the sandpaper skate, *Bathyraja kincaidii* (Garman, 1908) off central California: seasonal variation in diet linked to oceanographic conditions. Enviromental Biology of Fishes, 80: 2-3.

Robinson, H.J., Cailliet, G.M. & Ebert, D.A. 2007. Food habits of the longnose skate, *Raja rhina* (Jordan and Gilbert, 1880), in central California waters. Environmental Biology of Fishes, 80(2-3): 165-179.

Romine, J.G., Grubbs, R.D. & Musick, J.A. 2006. Age and growth of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, in Hawaiian waters through vertebral analysis. Environmental Biology of Fishes, 77: 229–239.

Rossouw, G.J. 1984. Age and growth of the sand shark, *Rhinobatos annulatus*, in Algoa Bay, South Africa. Journal of Fish Biology, 25: 213–222.

Ruocco, N.L., Lucifora, L.O., Díaz de Astarloa, J.M. & Whöler, O. 2006. Reproductive biology and abundance of the White-dotted skate, *Bathyraja albomaculata*, in the Southwest Atlantic. ICES Journal of Marine Science, 63:105-116.

Ryland, J.S. & Ajayi, T.O. 1984. Growth and population dynamics of three *Raja* species (Batoidei) in Carmarthen Bay, British Isles. Journal du Conseil International Pour L´Exploration de la Mer, 41: 111-120.

Sadowsky, V. & Menni, R.C. 1974. Sobre *Raja platana* Günther (1880) Chondrichthyes, Rajidae). PHYSIS. Sec. A 33(86): 23-32.

Saglam, H. & Bascinar, N.S. 2008. Feeding ecology of thornback ray (*Raja clavata* Linnaeus, 1758) on the Turkish coast of the south-eastern Black Sea. Marine Biology Research, 4(6): 451- 457.

San Martín, M.J., Perez, J.E. & Chiaramonte, G.E. 2005. Reproductive biology of the South West Atlantic marble sand skate *Psammobatis bergi* Marini, 1932 (Elasmobranchii, Rajidae). Journal Applied Ichthyology, 21: 504–510.

San Martin, M.J., Braccini, J.M., Tamini, L.L., Chiaramonte, G.E. & Perez, J.E. 2006. Temporal and sexual effects in the feeding ecology of the marbled sand skate *Psammobatis bergi* Marini, 1932. Marine Biology, 151(2): 505-513.

San Martín, J.M., Stehmann, M.F.W. & Kyne, P.M. 2007. *Atlantoraja platana*. En: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>.

Sánchez, F. & Mabragaña, E. 2002. Características biológicas de algunas rayas de la región sudpatagónica. INIDEP, Informe Técnico 48, Pp: 15.

Scarabino, V. 1977. Moluscos del Golfo San Matías (Provincia de Río Negro, República Argentina) Inventario y Claves para su Identificación. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay, IV (31-32): 177-297.

Scenna, L.B., García de la Rosa, S.B. & Díaz de Astarloa, J.M. 2006. Trophic ecology of the Patagonian skate, *Bathyraja macloviana*, on the Argentine continental shelf. ICES Journal of Marine Science, 63: 867-874.

Scharf, F.S., Juz F. & Rountree, R.A. 2000. Predator size-prey size relationships of marine fish predators: interspecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic-niche breadth. Marine Ecology Progress Series, 208: 229-248.

Simpfendorfer, C.A., Donohue, K. & Hall, N.G. 2000. Stock assessment and risk analysis for the whiskery shark (*Furgaleus macki* (Whitley)) in south-western Australia. Fisheries Research, 47: 1-17

Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1987. *Introduction to Biostatistics*. Second Edition. W.H. Freeman and Company, Eds., New York, Pp: 363.

Stehmann, M. 1978. Ilustrated field guide to abundant marine fish species in Argentine waters. AuBenstelle Ichthyologie Institut für Seefischerei. Bundesforschungsanstalt für Fischerei. Hamburg, Pp: 114.

Stehmann, M.F.W. 2002. Proposal of a maturity stages scale for oviparous and viviparous cartilaginous fishes (Pisces, Chondrichthyes). Archive Fishery and Marine Research, 50(1): 23-48.

Stevens, J.D., Bonfil, R., Dulvy, N.K. & Walker, P.A. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. ICES Journal of Marine Science, 57: 476-494.

Sulikowski, J.A., Morin, M.D., Suk, S.H & Howell, W.H. 2003. Age and growth of the winter skate, *Leucoraja ocellata*, in the Gulf of Maine. Fishery Bulletin, 101: 405-413.

Sulikowski, J.A., Kneebone, J. & Elzey, S. 2005. Age and growth estimates of the thorny skate *(Amblyraia radiata)* in the western Gulf of Maine. Fishery Bulletin, 103: 161-168.

Templeman W. 1982. Development, Occurrence and Characteristics of Egg Capsules of the Thorny Skate, *Raja radiata*, in the Northwest Atlantic. Journal Northwest Atlantic Fisheries Science, 3: 47-56.

Torres, B., Morey, G. & Tomás, J. 2005. Interpretation of vertebral growth as annuli in the sandbar shark *Carcharhinus plumbeus*: analysis of vertebrae of captive specimens. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 85: 1167-1170.

Tricas, T.C., Deacon, K., Last, P., McCosker, J.E., Walker, T.I. & Taylor, L. 1998. Entender a los Tiburones y Rayas, 14-29. En Tiburones y Rayas. Asesor Leighton Taylor. Editorial Planeta, Pp: 288.

Villwock de Miranda, L. & Vooren, C.M. 2003. Captura e esforço da pesca de elasmobranquios demersais no sul do Brasil nos anos de 1975 a 1997. Frente Marítimo, 19, Sec. B: 217-231.

Volpedo, A.V. 1993. Morfología de los otolitos de peces marinos patagónicos. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, Pp: 89.

Vooren, C.M. 1998. Elasmobrânquios demersais. En: Seeliger U, C Odebrecht & JP Castello (eds), Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Rio Grande Ecoscientia, Rio Grande, 157-162.

Vooren, C.M. & Klippel, S. 2005. Pp. 229-246. Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. Editores Carolus Maria Vooren e Sandro Klippel – Porto Alegre: Igaré, Pp: 261.

Walker, T.I. 2005. Chapter 4. Reproduction in Fisheries Science. Pp. 81-127 En: W.C. Hamlett. (Ed.) Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes Sharks, Batoids and Chimaeras, Pp: 576.

Walmsley-Hart, S.A., Sauer, W.H.H. & Buxton, C.D. 1999. The biology of the skates *Raja wallacei* & *Raja pullopunctata* (Batoidea: Rajidae) on the Agulhas Bank, South Africa. South African Journal of Marine Science, 21: 165–179.

Walter, J.P. & Ebert, D.A. 1991. Preliminary estimates of age of the bronze whaler *Carcahrhinus brachyurus* (Chondrichthyes: Carcharhinidae) from southern Africa, whit a review of some life history parameters. South African Journal of Marine Science, 10: 37-44.

Wetherbee, B.M. & Cortés, E. 1998. Chapter 8. Food Consumption and Feeding Habits. En: Sharks and their Relatives. Pp: 225 – 246. Musick, J.A., Carrier, J.C. and Heithaus, M. Eds. CRC Press, Boca Raton, FL, Pp: 616.

WildAid. 2007. The End of the Line? Global threats to sharks. 2ª Ed. WildAid. Oceana Protecting the World`s Oceans, Pp: 46.

Wilk, S.J., Morse, W.W. & Stehilk, L.L. 1990. Annual cycles of gonadsomatic indices as indicators of spawning Activity for Select Species of finfish collected from the New York Bight. Fishery Bulletin, 88: 775-786.

Williams, G., Gagliardini, D., Rivas, A., Sapoznik, M., Narvarte, M. & González R. 2006. Caracterización ambiental del Golfo San Matías (Argentina) mediante información AVHRR y Sea WiFs. Resumenes de las VI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Puerto Madryn, Argentina, Pp: 55.

Wourms, J.P. 1977. Reproduction and Development in Chondrichthyan Fishes. American Zoology, 17: 379-410.

www.cfp.gov.ar/resoluciones.htm

www.fao.org/fishery/statisctics/2008.

www.infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/150000-154999/151432/norma.htm

www.minagri.gob.ar/site/pesca/pesca_maritima/02-desembarques/2009.

www.sagpya.mecon.gov.ar/pesca y acuicultura/pesca marítima/desembarques.

Zar, J.H. 1984. Biostatistical Análisis. Second Edition. Prentice-Hall International Editions, Pp: 718.

Zaro, C. 1979. Presencia de *Raja platana* Günther (1880), en aguas de la plataforma Continaental Argentina (Chondrichthyes, Rajidae). Neotrópica, 25(73): 77-82.

Zavatteri, A. 2010. Estudio de edad y crecimiento de la raya hocicuda *Dipturus chilensis* (Guichenot, 1848) en el Atlántico Sudoccidental (34º-55º LS y 52º69 LW). Tesis de Grado, Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Pp: 62.