INIDEP

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PESQUERO

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Número	Páginas	Fecha de aprobación
0074	21	15 OCT 2013

Dirección: DIRECCIÓN DE PESQUERIAS DEMERSALES

Programa / Gabinete: Pesquerías de Condrictios

Actividad:

RIQUEZA DE ESPECIES Y MODALIDADES REPRODUCTIVAS DE CONDRICTIOS Y SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES AMBIENTALES, ÁREAS DE VEDA Y ESFUERZO PESQUERO EN LA PLATAFORMA DEL OCÉANO ATLANTICO SUDOCCIDENTAL ENTRE 34° Y 54°S

La relación de las variables ambientales con la riqueza y la diversidad de modalidades reproductivas de condrictios se determinó a partir de datos colectados en campañas del INIDEP, realizadas en los años 2003 y 2005, utilizando Modelos Aditivos Generalizados. En base a los modelos que mejor explicaron la variación en la riqueza y modalidades reproductivas se elaboraron mapas con las predicciones en una grilla de 1 grado de resolución. Para realizar las predicciones, los valores ambientales asignados a cada cuadricula de la grilla se calcularon promediando los valores de las variables ambientales de los lances incluidos en cada cuadricula. La mayor riqueza de condrictios se estimó entre 34° y 41°S desde 80 a 200 m de profundidad. El 14,9% de las áreas con mayor riqueza se encontró en las áreas de vedas vigentes en el 2012, mientras que no se observó superposición con las regiones de alto esfuerzo pesquero. Las áreas con mayor número de modalidades reproductivas se estimaron entre 34° y 42°S, asociadas a profundidades menores de 80 m y elevados valores de temperatura superficial. De estas áreas, el 23,63% se ubicó en las áreas de veda vigentes y el 32,47% en regiones con alto esfuerzo pesquero. La distribución del esfuerzo pesquero resultante de las áreas de vedas, está asociada a regiones con importante riqueza de especies y elevado número de modalidades reproductivas de condrictios.

Citar indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP

SOLICITADO POR	Institución	Cargo

PREPARADO POR	APROBADO POR
Firma: Nombre: COLONELLO, JORGE	Jefe de Programa / Gabinete
Firma: Nombre: CORTES, FEDERICO	Director de área
Firma: Nombre: MASSA, ANA MARIELA	LIC. PATRICIA A. MARTINEZ A/C Dirección Pesquerías Demersales Dr. OTTO C. WOHLER DIRECTOR Dirección de Investigación INIDEP Director Nacional de Investigación
	Director del INIDEP

COPIA ELECTRONICA INIDEP

RIQUEZA DE ESPECIES Y MODALIDADES REPRODUCTIVAS DE CONDRICTIOS Y SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES AMBIENTALES, ÁREAS DE VEDA Y ESFUERZO PESQUERO EN LA PLATAFORMA DEL OCÉANO ATLANTICO SUDOCCIDENTAL ENTRE 34° Y 54°S

Jorge H. Colonello, Federico Cortés y Ana M. Massa

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

INTRODUCCIÓN

La mayor riqueza y endemismo de condrictios se encuentra en las regiones de plataforma continental desde la región intermareal hasta los 200 m de profundidad (Compagno, 1990; Lucifora *et al*., 2011). Diversos estudios han indicado la importancia de gradientes ambientales en la distribución espacial y uso de hábitat de estas especies. Dentro de las variables físicas que determinan el uso de hábitat de los condrictios se han destacado la profundidad (Swain *et al*., 2006; Menni *et al*., 2010), la temperatura (Hopkins y Cech, 2003; Vögler *et al*., 2008; Menni *et al*., 2010), la salinidad (Ubeda *et al*., 2009; Cortés *et al*., 2011a; Simpfendorfer *et al*., 2011), el oxígeno disuelto (Heithaus *et al*., 2009; Lucifora *et al*., 2012), el pH (Ortega *et al*., 2009) y la topografía o tipo de fondo (Powter y Gladstone, 2008; Vaudo y Heithaus, 2009; Barbini *et al*., 2011). Asimismo, existe un efecto diferencial de las variables ambientales sobre el sexo (Klimley, 1987; Economakis y Lobel, 1998; Sims *et al*., 2001; Wearmouth y Sims, 2008), estadios de madurez sexual y clases de talla o edad (Klimley, 1987; Swain y Benoít, 2006; Cortés *et al*., 2011b).

El número de especies de condrictios es pequeño en relación con los peces óseos, pero la radiación secuencial a lo largo de su historia evolutiva ha derivado en una moderada variedad de modalidades y estrategias reproductivas (Compagno, 1990). Las modalidades reproductivas de condrictios pueden ser divididos de acuerdo al tipo de parición en especies ovíparas y vivíparas. A su vez, de acuerdo al grado y tipo de aportes nutricionales efectuados por la madre las especies vivíparas se clasifican en lecitotróficas y matrotróficas (Compagno, 1990; Hamlett *et al*., 2005). En las lecitotróficas, el vitelo almacenado en los ovocitos aporta la totalidad de los requerimientos nutricionales del embrión (Hamlett *et al*., 2005). En las especies matrotróficas, parte del desarrollo embrionario es suplementado por aportes nutricionales a través de secreciones uterinas (histotrófícas), ovocitos no fecundados (ovatróficas), embriones con desarrollo detenido (adelfotróficas) o a través de la formación de una pseudo-placenta (placentotróficas) (Hamlett *et al*., 2005). Por otro lado, la variedad de estrategias reproductivas se asocia con tres tipos básicos de ciclos reproductivos: reproducción a lo largo del año; ciclos anuales parcialmente definidos con uno o dos picos estacionales; ciclos anuales o multianuales bien definidos (Wourms y Demski, 1993).

El hábitat y el modo reproductivo son características de historia de vida vinculadas directamente con el riesgo de colapso de las poblaciones frente al impacto pesquero o la perturbación del ambiente. En las especies de aguas profundas los riesgos son más elevados que en las costeras, al igual que en las especies vivíparas matrotróficas respecto de las especies ovíparas (García *et al*., 2008). Por otro lado, el viviparismo es una modalidad ventajosa en sitios con elevada diversidad y densidad de especies y donde las condiciones ambientales determinan que la reproducción esté confinada a una época acotada del año (Wourms y Lombardi, 1992). La evolución del viviparismo ha permitido a los condrictios ocupar nichos pelágicos (Wourms y Lombardi, 1992). El oviparismo tiene otras ventajas que probablemente expliquen

porque las rayas, el grupo más diverso de peces cartilaginosos (Ebert y Compagno, 2007), retienen este modo reproductivo (Klimley, 1987; Lucifora y García, 2004).

En el litoral del Océano Atlántico Sudoccidental, al sur de los 34°S han sido citadas 106 especies de condrictios, de los cuales 2 son holocéfalos, 55 son tiburones y 49 son batoideos (Menni y Lucifora, 2007; Díaz de Astarloa *et al*., 2008; Menni *et al*., 2008; Ruocco *et al*., 2012). La ocurrencia y distribución de estas especies responde al esquema de la región conformado por dos Provincias Zoogeográficas, la Provincia Zoogeográfica Templada del Atlántico Sudoccidental y la Provincia Zoogeográfica Magellanica (Menni *el al*., 2010). La primera se extiende desde Rio de Janeiro (~24°S) hasta Península Valdez (~43°S), desde la línea de costa hasta los 70 m de profundidad y la segunda lo hace en aguas de plataforma desde el Cabo de Hornos (~55°S) hasta la Península Valdez siguiendo hacia el norte entre el talud y la Provincia Zoogeográfica Templada del Atlántico Sudoccidental (Menni *et al*., 2010). Entre ambas Provincias se observa una región de ecotono. Estas Provincias se encuentran en una de las plataformas continentales con mayor diversidad de hábitats, generados por el efecto combinado de descargas continentales, forzantes físicos (e.g. vientos y ondas de marea), corrientes oceánicas (e.g. Corriente de Malvinas y Corriente de Brasil) y la topografía (Guerrero y Piola, 1997; Piola y Rivas, 1997; Acha *et al*., 2004; Palma *et al*., 2004; Lucas *et al*., 2005; Piola *et al*., 2010). A lo largo de esta región la distribución de la riqueza de condrictios es heterogénea debido al efecto del gradiente en la temperatura del mar desde la costa hacia aguas profundas (Menni y López, 1984; Jaureguizar *et al*., 2006; Menni *et al*., 2010), a la existencia de áreas con gran diversidad asociadas a regiones frontales (Lucifora *et al*., 2012) y a procesos geológicos que han generado un considerable endemismo de especies de condrictios (Figueroa *et al*., 2013).

Los condrictios son explotados en todo el litoral del Atlántico Sudoccidental por pesquerías desarrolladas en Brasil (Lessa *et al*., 1999; Villwoc de Miranda y Vooren, 2003; Vooren y Klippel, 2005), Uruguay (Paesch y Meneses, 1999; Paesch y Domingo, 2003; Domingo *et al*., 2008) y Argentina (Chiaramonte, 1998; Lucifora, 2003; Massa y Hozbor, 2003; Massa *et al*., 2004; Massa, 2013), con diferentes metodologías de extracción y niveles de esfuerzo. Al sur de los 34°S estas especies son capturadas principalmente como parte de una pesquería multiespecífica-multiflota que se desarrolla en la región costera (< 50 m de profundidad) bonaerense y uruguaya, como fauna acompañante en la pesquería de merluza común *Merluccius hubbssi* y otros recursos de mayor interés comercial (Massa *et al*., 2004; Massa, 2013) y como parte de pesquerías artesanales (Segura y Milessi, 2009; Colautti *et al*., 2010) y deportivas (Lucifora, 2003; Llompard *et al*., 2013). Las pesquerías industriales se desarrollan principalmente con redes de arrastre de fondo, e inciden sobre los condrictios de hábitos demersal-bentónicos. Los datos de la FAO (año 2008) indican que Argentina se ubicó dentro de los cinco países que más desembarcan tiburones y rayas (Lack y Sant, 2011).

En Argentina las medidas de manejo de las pesquerías involucran el establecimiento de tallas mínimas de desembarque, cifras máximas de desembarque anual y la implementación de áreas de veda para la pesca de arrastre. Esta última medida comprende principalmente una veda anual en aguas de Patagonia de aproximadamente 184,200 km^2 dirigida al stock sur de merluza común *Merluccius hubbsi* (SHCA), una veda estacional desde octubre a marzo de 31,500 km^2 entre 38° y 41°S a profundidades menores de 50 m para proteger el conjunto de especies costeras (MSCA), una veda anual de dimensiones variables estacionalmente al norte de los 38°S entre 50 y 200 m de profundidad dirigida a proteger el stock norte de merluza común *M. hubbssi* (NHCA) y una veda de 4,562 km^2 entre los 36° y 37°S establecida durante primavera y verano para proteger específicamente diversas especies y estadios reproductivos de condrictios (CSCA). Estas dos últimas áreas de

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

veda se establecen de común acuerdo por la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo dentro de la Zona Común de Pesca Argentino Uruguaya (AUCFZ). En su conjunto las áreas de veda mencionadas representan una importante reducción del esfuerzo pesquero en áreas críticas para la reproducción, alimentación y crecimiento de muchas especies de condrictios del Atlántico Sudoccidental (Menni *et al*., 1986; Kohen Alonso *et al*., 2002; Mabragaña *et al*., 2002; Massa *et al*., 2004; Lucifora *et al*., 2002; 2004; 2005; Colonello *et al*., 2007a; Vögler *et al*., 2008; Colautti *et al*., 2010; Barbini, 2011; Scenna, 2011; Bellegia, 2012a, 2012b; Cortés *et al*., 2011b; Cortés, 2012).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la distribución de la riqueza y de las modalidades reproductivas de condrictios en el Océano Atlántico Sudoccidental al sur de los 34°S, a través de (1) su relación con la temperatura y variabilidad ambiental, y (2) la superposición con las áreas de veda establecidas para el arrastre de fondo y con las áreas con mayor esfuerzo pesquero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos utilizados provienen de campañas de investigación dirigidas a recursos ícticos demersales, realizadas por el INIDEP durante el año 2003 y 2005, entre los 34° y 55°S y desde la línea de costa hasta los 341 m de profundidad (Figura 1). En cada campaña se realizaron lances de pesca estandarizados utilizando una red de arrastre tipo Engel a 4 nudos. El total de lances de pesca analizados fue de 895 (444 en 2003 y 451 en 2005; Figura 1). En cada lance se identificó a nivel específico la captura de condrictios y en base a estudios biológicos se determinó el modo y estrategia reproductiva de cada una de las especies (Tabla 1).

Además de la profundidad registrada *in situ,* a cada lance se asoció información ambiental obtenida a partir de imágenes satelitales mensuales adquiridas por el sensor MODIS Aqua (ftp://podaac-ftp.jpl.nasa.gov/) con una resolución de 4 km. Estas imágenes se utilizaron para calcular los promedios (SST) y desvíos anuales (VA) de la temperatura superficial del mar durante los años 2003 y 2005. Los valores de VA se utilizaron como un indicador de la variabilidad ambiental. Las variables ambientales consideradas (SST, VA y profundidad) han sido previamente relacionadas con la riqueza específica (Menni *et al*., 2010; Lucifora *et al*., 2012) y con los eventos reproductivos de condrictios (Holden *et al*., 1971; Economakis y Lobel, 1998; Pratt y Carrier, 2005; Robbins, 2007).

La relación de las variables ambientales con la riqueza y la diversidad de modalidades reproductivas de condrictios se determinó a partir de Modelos Aditivos Generalizados (Wood, 2006). Para el análisis de la riqueza se asumió una variable respuesta con distribución Poisson y función de enlace logarítmica, mientras que para el análisis de las modalidades reproductivas se asumió una variable respuesta con distribución Normal y una función de enlace Identidad. Cada variable predictiva (SST, VA y profundidad) se suavizó mediante el método de regresiones spline cúbicas con 4 grados de libertad (Wood, 2006).

La selección del modelo que mejor explica la variación en los datos se realizó a partir de la teoría de la información con la aproximación de múltiples hipótesis (Burnham y Anderson, 2002), para lo cual se construyeron modelos a partir de la combinación de las variables ambientales consideradas. Para cada modelo se estimó el criterio de información de Akaike (AIC) y los pesos de Akaike (AIC_w) como un indicador de la probabilidad de que un modelo sea el que mejor explique la variabilidad en los datos (Burnham y Anderson, 2002; Burnham *et al*., 2011). Los modelos con mayor AIC_w fueron considerados como los que mejor explican la distribución de la riqueza y de las modalidades reproductivas de condrictios.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

La importancia relativa de las variables ambientales se estimó sumando los AIC_w de los modelos que incluyen a una determinada variable ambiental, este valor puede interpretarse como la probabilidad de que la variable ambiental esté incluida en el mejor modelo (Burnham y Anderson, 2002).

A partir de los modelos que mejor explican la variación en la riqueza y las modalidades reproductivas de condrictios se elaboraron mapas con las predicciones en una grilla de 1 grado de resolución. Para realizar las predicciones, los valores ambientales asignados a cada cuadricula de la grilla se calcularon promediando los valores de las variables ambientales de los lances incluidos en cada cuadricula. Las cuadrículas con valores mayores al percentil del 90% de los valores predichos, fueron consideradas como áreas de alta riqueza de especies y de modalidades reproductivas de condrictios.

Se estimó el solapamiento de las áreas con alta riqueza de especies y de modalidades reproductivas con las áreas de veda vigentes en el año 2012 (Figura 1) y las áreas con alto esfuerzo pesquero. El esfuerzo pesquero se midió para los años 2011 y 2012, a partir del número de viajes realizados por la flota arrastrera argentina con operaciones de pesca en cada cuadricula de 1° latitud por 1° longitud. Se consideraron áreas con alto esfuerzo pesquero a aquellas que tuvieron una frecuencia de visitas mayor al percentil del 90% de los valores observados. La información analizada fue obtenida de la Dirección Nacional de Coordinación Pesquera de la Subsecretaría de Pesca y Agricultura de la Nación Argentina.

Todos los análisis fueron implementados en el software estadístico R 2.15.0 (R Development Core Team, 2012).

RESULTADOS

En las campañas de investigación realizadas en los años 2003 y 2005 se registraron un total de 42 especies de condrictios, de los cuales 10 correspondieron a tiburones, 24 a rayas, 7 a batoideos distintos de rayas y 1 quimera (Tabla 1). La riqueza máxima observada fue de 10 especies por lance. El modelo que mejor explicó la distribución de la riqueza de condrictios incluyó a la profundidad y la variabilidad ambiental (Tabla 2). La riqueza de condrictios mostró una relación unimodal con la profundidad, con el máximo entre los 50 y 150 m (Figura 2a). Las áreas con mayor variabilidad ambiental fueron las que presentaron alta riqueza de condrictios (Figura 2a). Se consideraron áreas con alta riqueza de condrictios a aquellas con más de 6 especies, dado que representaron valores mayores al percentil del 90% de los valores predichos. Las celdas con alta riqueza se distribuyeron entre los 34° y 41°S entre 80 y 200 m de profundidad (Figura 3a). El 14,9% de las áreas con alta riqueza de condrictios coincidió con las áreas de veda establecidas para primavera en el año 2012 (Figura 4a). En cuanto al esfuerzo pesquero, las celdas con más del 1,8% del total de las visitas realizadas se consideraron como cuadrículas con alto esfuerzo pesquero (Figura 4b). La superposición entre las áreas de con alta riqueza y las cuadrículas con alto esfuerzo pesquero fue nula (Figura 4b).

En total se registraron 6 modalidades y estrategias reproductivas (Tabla 1), los cuales variaron entre 1 y 5 modalidades por lance. El modelo que mejor explicó la distribución de las modalidades reproductivas de condrictios incluyó la profundidad y la SST (Tabla 2). Se observó una relación unimodal entre el número de modalidades y la profundidad, alcanzando un máximo entre 25 y 80 m (Figura 2b). Asimismo, el número de modalidades aumentó a partir de los 12°C y alcanzó un máximo a partir de los 16°C (Figura 2b). Se consideró que las áreas con mayor número de modalidades reproductivas fueron las cuadriculas con más de 3 modalidades. Estas áreas se observaron entre 34° y 42°S a profundidades menores de 80 m (Figura 3b). El 23,63%

COPIA ELECTRÓNICA NIDIP

de las áreas con mayor número de modalidades reproductivas estuvo cubierta por las áreas de veda establecidas durante primavera de 2012 (Figura 5a). Asimismo, el 32,47% de las cuadrículas con mayor número de modalidades reproductivas se observó en zonas con un alto esfuerzo pesquero (Figura 5b).

DISCUSIÓN

Lucifora *et al*. (2012) han demostrado que la riqueza de condrictios en el Océano Atlántico Sudoccidental tiene una distribución heterogénea principalmente asociada a los frentes marinos. La alta productividad de estas regiones frontales provee alimento y recursos que hace posible la coexistencia de especies (Lucifora *et al*., 2012). En este trabajo la distribución de la riqueza de condrictios estuvo asociada a la variabilidad ambiental y a la profundidad. La mayor riqueza de condrictios se correspondió con la región econtonal entre las dos Provincias Zoogeográficas del Atlántico Sudoccidental (Balech y Ehrlich, 2009). De acuerdo con la distribución de condrictios, la región ecotonal se ubicaría entre 34° y 44°S a profundiades de 80 m aproximadamente. En esta región se produce la co-ocurrencia de especies que viven a lo largo del año a profundidades mayores de 50 m (e.g. *Bathyraja*, Menni y Stehmann, 2000; Cousseau *et al*., 2007), especies que migran estacionalmente desde la costa hacia aguas profundas (e.g. *Mustelus schmitti,* Cortés *et al*., 2011b) y especies ocasionales asociadas con la variabilidad ambiental local. Esta región ecotonal esta influenciada por un marcado ciclo térmico a lo largo del año (Guerrero y Piola, 1997), la intrusión de aguas de la corriente de Malvinas (Piola *et al*., 2010), el flujo hacia el sureste de aguas cálidas y salinas de la plataforma brasilera (Palma *et al*., 2004) y cambios locales en la distribución y alcance de la confluencia de las corrientes de Malvinas y Brasil (Piola y Rivas, 1997). La intrusión de aguas de la corriente de Malvinas a la plataforma continental alrededor de los 41°S (Piola *et al*., 2010) podría ocasionar el arribo de tiburones y rayas (e.g. *Amblyraja taff* y *Etmopterus bigelowi*, respectivamente) citadas para la región externa de plataforma al norte de los 43°S (Menni *et al*., 2010). El flujo costero de aguas cálidas y salinas de la plataforma brasilera durante primavera (Palma *et al*., 2004), permitiría la ocurrencia de especies subtropicales en la plataforma costera al sur de los 34°S (e.g. *Carcharhinus obscurus*, *Dasyatis centroura*) (Menni *et al*., 2010).

El número medio de especies de condrictios observado en las campañas de investigación de los años 2003 y 2005 fue bajo en comparación con la riqueza citada para la región en campañas realizadas entre los años 1966 y 1978 (Menni y Lucifora 2007, Menni *et al*., 2010; Lucifora *et al*. 2012). Estas diferencias pueden asociarse a la época en que fueron realizadas las campañas de investigación. Como se mencionó anteriormente, los fenómenos físicos estacionales de la región pueden afectar la riqueza de condrictios. Estos fenómenos físicos pueden estar asociados a la ocurrencia de varias especies raras (e.g. *Heptanchias perlo*) registradas en las campañas de 1966 y 1971 que no fueron vueltos a registrar en las campañas de 2003 y 2005. Otro factor que puede afectar el número de especies es el arte de pesca utilizado en las campañas. En la región ocurren varias especies de tiburones que, por su tamaño y poder de natación, son capturados eventualmente por el arte de pesca utilizado en las campañas de investigación dirigidas a recursos demersales (e.g. *Carcharhinus brachyurus*, Massa, 2013). Es probable también que la presión pesquera ejercida sobre condrictios en todo el Atlántico Sudoccidental (Lessa *et al*., 1999; Agnew *et al*., 2000; Paesch y Domingo, 2003; Miranda y Vooren, 2003; Massa *et al*., 2004; Vooren y Klippel, 2005; Massa, 2013), haya ocasionado una disminución en las abundancias y en los rangos de distribución de algunas especies. Tiburones subtropicales que eran frecuentes estacionalmente al sur de los 34°S (e.g. *Mustelus*

COPIA ELECTRONICA INIDEP

fasciatus) en la década del 1980 (Menni *et al*., 1986), en los últimos años se registran de manera eventual (Massa, 2013).

La reproducción es una de los principales funciones biológicas por las cuales los condrictios hacen un importante uso de los hábitats costeros (Speed, *et al*., 2010; Knip *et al*., 2010). Los resultados de este trabajo demuestran que el mayor número de modalidades reproductivos de condrictios se encuentra en las áreas costeras de mayor temperatura. La morfología conservativa y la restringida preferencia de hábitat (e.g. fondos arenosos) sugiere que las rayas tienen poco desplazamiento (Ebert y Compagno, 2007). Contrariamente, varias especies de tiburones dermersales y pelágicos realizan migraciones atravesando gran parte del Océano Atlántico Sudoccidental (Lucifora *et al*., 2002; 2004; Montealegre-Quijano y Vooren, 2010). La hipótesis del nicho térmico ha sido utilizada para explicar las migraciones y la segregación sexual en tiburones, a través de los aspectos fisiológicos vinculados con la alimentación y la reproducción. En algunas especies de tiburones se ha propuesto la disminución de los costos energéticos diarios a través de la estrategia "*hunt warm- rest cool*" (Sims *et al*., 2006). Por otra parte en hembras de tiburones vivíparos se ha sugerido el incremento de la tasa de desarrollo embrionario asociado con la selección de ambientes cálidos (Economakis y Lobel, 1998; Robbins, 2007; Pratt y Carrier, 2005).

Los ambientes costeros del Atlántico Sudoccidental contienen áreas esenciales de varias especies de grandes tiburones. Por ejemplo, las hembras de *Carcharias taurus* con embriones en avanzado estado del desarrollo encontradas en Brasil, sugiere que el nacimiento y posiblemente la cría de los neonatos tiene lugar en aguas cálidas; no obstante se ha sugerido que el apareamiento tiene lugar durante los meses de verano en la costa de Buenos Aires (Argentina) (Lucifora *et al*., 2002). En cuanto a los tiburones pequeños, el gatuzo *Mustelus schmitti* y el pez angel *Squatina guggenheim* son los más abundantes de la Provincia Zoogeográfica Argentina (Massa, 2013). El primero es un tiburón vivíparo placentotrófico con ciclo reproductivo anual (Menni *et al*., 1986), mientras que el segundo es un tiburón vivíparo lecitotrófico con ciclo reproductivo trienal (Colonello *et al*., 2007a). El gatuzo *M. schmitti* muestra la mayor actividad reproductiva hacia fines de primavera (diciembre) cuando las hembras se acercan a aguas costeras para parir e inmediatamente aparearse (Menni *et al*., 1986; Colautti *et al*., 2010, Cortés *et al*., 2011b). En los meses invernales (junio a agosto) los juveniles permanecen en la región costera, pero los adultos se dirigen hacia aguas de mayor profundidad (Cortés *et al*., 2011b). Este desplazamiento hacia aguas profundas y más cálidas puede estar asociado con la optimización de los costos energéticos de la gestación. El pez ángel *S. guggenheim* también presenta las mayores abundancias en aguas costeras durante primavera asociado con los eventos reproductivos. No obstante el ciclo reproductivo trienal, con dos años de ciclo ovárico y uno de gestación, determina que los movimientos reproductivos involucran solo a una parte de la población y se ha propuesto que las áreas costeras funcionan como áreas de concentración de juveniles y de ocurrencia estacional de individuos adultos (Vögler *et al*., 2008; Cortés, 2012). El considerable número de modalidades reproductivas en las zonas costeras de mayor temperatura de la PCA indica que esta región es utilizada por condrictios con distintos modalidades y estrategias reproductivas como un área esencial para la reproducción.

En la Provincia Zoogeográfica Magellánica los tiburones de pequeño tamaño más abundantes son el tiburón espinoso *Squalus acanthias* y el tiburón pintarroja *Schroedericthys bivius* (Massa *et al*., 2004). El primero es un tiburón vivíparo lecitotrófico con ciclo reproductivo bienal y potencialmente asincrónico (Colonello *et al*., 2012a) mientras que el segundo es un tiburón ovíparo. Ambas especies se distribuyen desde los 34° a 54°S a profundidades mayores de 50 (Menni *et al*., 2010). Si bien se ha detectado la ocurrencia de hembras adultas de *S. acanthias* en aguas costeras

COPIA DE LA PROPIEDAD

durante primavera temprana (octubre), estas migraciones estarían asociadas con la búsqueda de alimento y no con eventos reproductivos (i.e. nacimiento).

Los batoideos costeros del Atlántico Sudoccidental al sur de los 34°S estuvieron conformados por varias Familias y Géneros con baja diversidad específica, mientras que a profundidades mayores de 50 m el número de Familias fue menor pero la diversidad específica de cada Género fue mayor. La riqueza de Familias y Géneros de batoideos costeros se correspondió con una alta diversidad de modalidades reproductivas. Los análisis de abundancia y jerarquización de las poblaciones de condrictios costeros de la Provincia Zoogeográfica Templada del Atlántico Sudoccidental, demuestran que los chuchos del Género *Myliobatis* dominan la fauna de batoideos (Massa, 2013). Es probable que la alta inversión en reproducción (ciclos cortos y alta fecundidad) de *Myliobatis* le permita dominar la fauna de batoideos costeros del Atlántico Sudoccidental, frente a grupos más especiosos como las rayas.

Los estudios reproductivos muestran que las rayas costeras de la región presentan ciclos reproductivos anuales con picos estacionales más o menos acentuados (Braccini y Chiaramonte, 2002; Mabragaña *et al*., 2002; San Martín *et al*., 2005; Colonello *et al*., 2007b; Oddone *et al*., 2007; Colonello *et al*., 2012b). La estacionalidad estaría asociada a variaciones en las condiciones físicas que actúan como señales que influyen en el comienzo y/ó en la tasa de la actividad reproductiva. En las rayas que habitan a mayor profundidad (e.g. *Bathyraja*) la ausencia de estacionalidad reproductiva ha sido vinculada con la estabilidad de las condiciones ambientales a lo largo del año (Ruocco *et al*., 2006). Los estudios de uso de hábitat de rayas costeras indican que en las especies con marcada estacionalidad reproductiva (e.g. *S. bonapartii*) los juveniles utilizan las áreas estuariales durante primavera e invierno, mientras que los adultos podrían utilizarlas durante determinadas estaciones del año como áreas de puesta (Cortés, 2012). Por otra parte, en las especies sin estacionalidad reproductiva marcada (e.g. *R. agassizi*) no se observa preferencia ambiental diferencial por sexo y tallas (Cortés, 2012).

El Océano Atlántico Sudoccidental presenta uno de los mayores grados de endemismo de rayas a nivel mundial (Figueroa *et al*., 2013). El endemismo, la riqueza y la distribución espacial de los modalidades reproductivas de condrictios en esta región parece estar relacionada con procesos paleogeográficos (Figueroa *et al*., 2013). A partir de la separación de las placas Africana y Sudamericana, se incrementó notablemente la circulación de aguas templado cálidas proveniente del sector caribeño, permitiendo posiblemente la colonización de batoideos termófilos con periodos reproductivos críticos asociados a determinadas señales y/o condiciones ambientales variables estacionalmente (e.g. temperatura, fotoperiodo). En la evolución de este grupo de peces en particular, los myliobátidos se asentaron con más éxito en el litoral atlántico sudamericano con aguas templado cálidas, mientras que los rajídeos lo habrían hecho en las regiones más templado frías (Figueroa *et al*., 2013). Al no estar formado el Pasaje de Drake, las aguas del Pacífico no podían ingresar al Atlántico Sur, ocasionando grandes efectos evidenciados a través de su ictiofauna, como el género gondwánico de la raya *Zearaja* (Figueroa *et al*., 2013). La apertura del Pasaje de Drake permitió el ingreso de aguas frías y profundas de origen subantártico pudo haber favorecido la colonización de condrictios cosmopolitas con modalidades reproductivas asincrónicos y de alta fecundidad (e.g. *Bathyraja*). Conforme el ingreso de aguas subantárticas en la plataforma, las aguas subtropicales de la corriente de Brasil se habrían replegado hacia el norte junto a las especies con ciclos reproductivos estacionales

La distribución espacial de las áreas con mayor diversidad de especies y las áreas con mayor número de modalidades reproductivas no coincidieron. A profundidades mayores de 50 m se registró alta diversidad de condrictios, pero bajo número de modalidades reproductivas. En aguas profundas la fauna de condrictios

COPIA DE PUBLICACIÓN CADIEP

está dominada por las rayas, particularmente por el especioso género *Bathyraja*, especies que presentan el oviparismo como único modo reproductivo (oviparismo anual o estacional). Esto sugiere que en ocasiones la preservación de áreas con alta riqueza de condrictios puede no correlacionarse con el número de modalidades reproductivas. Es por esto que el planeamiento de las áreas de veda debe contemplar la diversidad y el número de modalidades reproductivas de la región, a fin de conservar la riqueza funcional de la comunidad de condrictios del Atlántico Sudoccidental. Por otro lado, las áreas con baja riqueza de especies (i.e. *coldspot*, Lucifora *et al*., 2011; 2012) no deben desestimarse debido al grado de endemismo de rayas en la región (Figueroa *et al*., 2013).

El nivel de protección de las áreas de veda es determinado por las características de historia de vida de cada especie. El diseño espacial y temporal de las áreas de veda costeras en la Provincia Zoogeográfica Templada del Atlántico Sudoccidental se establece contemplando a la diversidad y uso de hábitat de los condrictios costeros. En particular, el área de veda costera entre 36° y 37°S, la cual se establece en forma conjunta entre Uruguay y Argentina con el objetivo específico de proteger diversas especies y estadios ontogenéticos de condrictios. Si bien, en esta área se observó una moderada riqueza de especies y de modalidades reproductivas, esta área concentró históricamente los mayores desembarques de condrictios en Argentina (Massa, 2013). A pesar de la veda establecida durante los meses de primavera y verano, en los años 2011 y 2012 esta cuadrícula representó ~8 % de los viajes anuales de la flota comercial argentina. Asimismo, se incrementaron notablemente los desembarques provenientes de las regiones adyacentes al área de veda (Massa, 2013). Por lo tanto es importante considerar que la re-localización del esfuerzo hacia las aguas adyacentes a la veda estaría impactando sobre estas áreas ya que, de acuerdo a los resultados de este trabajo, estarían caracterizadas por una alta riqueza y diversidad de modalidades reproductivas de condrictios.

El área de veda establecida al norte de los 38°S a profundidades entre 50 y 200 m, además de disminuir la presión por pesca sobre el conjunto de los recursos que habitan en esta región a lo largo del año, podría tener un efecto positivo sobre los condrictios vivíparos costeros que se dirigen hacia aguas profundas durante los meses de invierno a fin de maximizar los costos energéticos asociados con la gestación (e.g. *Mustelus schmitti*, Cortés *et al*., 2011b; *Squatina guggenheim*, Vögler *et al*., 2008). El área de veda anual de plataforma al sur de los 45°S coincide con una región de baja riqueza de condrictios (Lucifora *et al*., 2012). No obstante, en esta región ocurren especies endémicas con acotado rango de distribución (i.e. *Bathyraja* spp.) y especies que se distribuyen formando importantes agregaciones (e.g *Squalus acanthias*; Colonello et al., 2012a). Recientemente se determinó una tendencia positiva en las abundancias de los ensambles de peces y de especies no objetivo dentro del área de veda de plataforma al sur de los 45°S, excepto para el tiburón espinoso *Squalus acanthias* (Alemany *et al*., 2013). La abundancia de *Squalus acanthias* en esta región muestra una tendencia estable (Massa, 2009). Sin embargo, además de los efectos directos de la pesca, análisis históricos demuestran una considerable disminución en el nivel trófico de este tiburón entre 1985 y 2010, asociada con las caídas en los rendimientos de su principal item presa (merluza común *Merluccius hubssi*) (Belleggia *et al*., 2012b).

Durante los meses de primavera y verano (diciembre a marzo), cuando todas las áreas de veda están vigentes, el ~28% de la plataforma continental al sur de los 34°S se encuentra vedada a la pesca comercial de arrastre. Es esperable que varias poblaciones de condrictios se vean beneficiadas por el establecimiento de estas áreas de veda. No obstante, los desembarques de condrictios (rayas en particular) en Argentina mantienen una tendencia estable en los últimos años (Sánchez *et al*., 2010). Esto indica que las áreas de veda deben ser monitoreadas con el objetivo de evaluar

COPIA ELECTRÓNICA NO DEF

la dinámica de su delimitación y los problemas vinculados con la re-localización del esfuerzo pesquero. Los planes de manejo que contemplen áreas de veda deben considerar de manera conjunta la dinámica ambiental asociada a estas áreas, los patrones de distribución de la riqueza de especies y de la riqueza funcional y el grado de endemismo de las especies.

BIBLIOGRAFÍA

ACHA, M.E., MIANZAN, H.M., GUERRERO, R.A., FAVERO, M. & BAVA, B. 2004. Marine fronts at the continental shelves of austral South America: physical and ecological processes. J. Mar. Syst., 44: 83–105.

AGNEW, D.J., NOLAN, C.P., BEDDINGTON, J.R. & BARANOWSKI, R. 2000. Approaches to the assessment and management of multispecies skate and ray fisheries using the Falkland Islands fishery as an example. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 57: 429–440.

ALEMANY, D., IRIBARNE, O. & ACHA, E.M. 2013. Effects of a large-scale and offshore marine protected area on the demersal fish assemblage in the Southwest Atlantic. I.C.E.S. J. Mar. Sci., 70: 123–134.

BALECH, E. & EHRLICH, M. 2009. Esquema Biogeográfico del Mar Argentino. Rev. Inst. Nac. Investig. Desarr. Pesq., 19: 45–75.

BARBINI, S.A., 2011. Ecología trófica de las rayas (Chondrichthyes, Rajidae) en el ecosistema costero bonaerense y uruguayo. Tesis Doctoral. Faculta de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

BELLEGGIA, M., FIGUEROA, D.E., SÁNCHEZ, F. & BREMEC, C. 2012a. The feeding ecology of *Mustelus schmitti* in the Southwestern Atlantic: dietary shifts and geographic variations. Env. Biol. Fish., 95: 99–114.

BELLEGGIA, M., FIGUEROA, D.E., SÁNCHEZ, F. & BREMEC, C., 2012b. Long term changes in the spiny dogfish (*Squalus acanthias*) trophic role in the Southwestern Atlantic. Hydrobiología, 684: 57–67.

BRACCINI, J.M. & CHIARAMONTE, G.E. 2002. Reproductive biology of *Psammobatis extenta*. Env. Biol. Fish., 61: 282–288.

BURNHAM, K.P. & ANDERSON, D.R., 2002. Model selection and multi-model inference. Springer, New York.

BURNHAM, K.P., ANDERSON, D.R. & HUYVAERTE, K.P. 2011. AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations, and comparisons. Behav. Ecol. Sociobiol., 65: 23–35.

CHIARAMONTE, G.E. 1998. Shark fisheries in Argentina. Mar. Fresh. Res., 49: 601–609.

COLAUTTI, D., BAIGUN, C., LOPEZ CAZORLA, A., LLOMPART, F., MOLINA, J.M., SUQUELE, P. & CALVO, S. 2010. Population biology and fishery characteristics of the smooth-hound *Mustelus schmitti* in Anegada Bay, Argentina. Fish. Res., 106: 351–357.

COLONELLO, J.H., LUCIFORA, L.O. & MASSA, A.M. 2007a. Reproduction of the angular angel shark (*Squatina guggenheim*): geographic differences, reproductive cycle, and sexual dimorphism. ICES J. Mar. Sci., 64: 131–140.

COLONELLO, J.H., GARCÍA, M.L. & LASTA, C.A. 2007b. Reproductive biology of *Rioraja agassizi* from the coastal southwestern Atlantic ecosystem between northern Uruguay (34ºS) and northern Argentina (42ºS). Env. Biol. Fish., 80: 277–284.

COPIA ELECTRONICA INIDEP

COLONELLO, J.H., CORTÉS, F., BELLEGGIA, M. & CASAGRANDE, P.N. 2012a. Parámetros reproductivos y poblacionales del tiburón espinoso *Squalus acanthias* en el Atlántico Sudoccidental. INIDEP Inf. Invest. N°66/12.

COLONELLO, J.H., GARCÍA, M.L. & MENNI, R.C. 2012b. Reproductive biology of the spotback skate, *Atlantoraja castelnaui*, in the Southwest Atlantic. J. Fish Biol., 80: 2405–2419.

COMPAGNO, L.J.V. 1990. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. Env. Biol. Fish., 28: 33–75.

CORTÉS, F. 2012. Habitat escenciales de condrictios (Chondrichthyes) costeros, y su relación con los procesos oceanográficos. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. (http://hdl.handle.net/1834/4524)

CORTÉS, F., JAUREGUIZAR, A.J., GUERRERO, R.A. & DOGLIOTTI, A. 2011a. Influence of estuarine and continental shelf water advection on the coastal movements of apron ray, *Discopyge tschudii*, in the Southwestern Atlantic. J. Appl. Ichthyol., 27: 1278–1285.

CORTÉS, F., JAUREGUIZAR, A.J., MENNI, R.C. & GUERRERO, R.A. 2011b. Ontogenetic habitat preferences of the narrownose smooth-hound shark, *Mustelus schmitti*, in two Southwestern Atlantic coastal areas. Hidrobiología, 661: 445–456.

COUSSEAU, M.B., FIGUEROA, D.E., DÍAZ DE ASTARLOA, J.M., MABRAGAÑA, E. & LUCIFORA, L.O. 2007. Rayas chuchos y otros batoideos del atlántico sudoccidental (34°S-55°S). INIDEP Publicaciones especiales, Argentina.

DÍAZ DE ASTARLOA, J.M., MABRAGAÑA, E., HANNER, R. & FIGUEROA, D.E., 2008. Morphological and molecular evidence for a new species of longnose skate (Rajiformes: Rajidae: *Dipturus*) from Argentinean waters based on DNA barcoding. Zootaxa, 1924: 35–46.

DOMINGO, A., FORSELLEDO, R, MILLER, P. & PSSADORE, C. 2008. Plan de Acción Nacional para la conservación de condrictios en las pesquerías uruguayas. DINARA, Uruguay.

EBERT, D.A. & COMPAGNO, L.J.V. 2007. Biodiversity and systematics of skates (Chondrichthyes:Rajiformes: Rajoidei). Env. Biol. Fish., 80: 111–124.

ECONOMAKIS, A.E. & LOBEL, P.S. 1998. Aggregation behavior of the grey reef shark, *Carcharhinus amblyrhynchos*, at Johnston Atoll, Central Pacific Ocean. Env. Biol. Fish., 51: 129–139.

FIGUEROA, D.E., BARBINI, S.A., SCENNA, L.B., BELLEGGIA, M., DELPLIANI, G.S. & SPATH, C. 2013. El endemismo en las rayas de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Publ. Com. Téc. Mix. Fren. Mar., 23: 95–104. (http://ctmfm.org/?p=4203)

GARCÍA, V.B., LUCIFORA, L.O. & MYERS, R.A. 2008. The importance of habitat and life history to extinction risk in sharks, skates, rays and chimaeras. Proc. Roy. Soc. Lond., 275: 83–89.

GUERRERO, R.A. & PIOLA, A.R. 1997. Masas de agua en la plataforma continental, En: Boschi, E. (Ed.), El Mar Argentino y sus Recursos Pesquero, Tomo I: Antecedentes Históricos de las Exploraciones en el Mar y las Características Ambientales. INIDEP, Mar del Plata, Argentina, pp. 107–119.

HAMLETT, W.C., KORMANIK, G., STORRIE, M., STEVENS, B. & WALKER, T.L. 2005. Chondrichthyan parity, lecithotrophy and matotrophy, in: Hamlett, W.C. (Ed.), Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes, Sharks, Batoid

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

and Chimaeras, Vol. 3. Science Publishers Incorporated, Enfield, NH, pp 395–434.

HEITHAUS, M.R., DELIUS, B.K., WIRSING, A.J. & DUNPHY-DALY, M.M. 2009. Physical factors influencing the distribution of a top predator in a subtropical oligotrophic estuary. Limnol. Oeanogr., 54: 472–482.

HOLDEN, M.J., ROUT, D.W. & HUMPHREYS, C.N. 1971. The rate of egg laying by three species of ray. J. du Conseil Inter. pour l'Explor. de la Mer, 33: 335–339.

HOPKINS, T.E., & CECH, J.J. 2003. The influence of environmental variables on the distribution and abundance of three elasmobranches in Tomales Bay, California. Env. Biol. Fish., 66: 279–291.

JAUREGUIZAR, A.J., MENNI, R.C., LASTA, C.A. & GUERRERO, R.A. 2006. Fish assemblages of the northern Argentine coastal system: spatial patterns and their temporal variations. Fish. Oceanogr., 15: 326–344.

KLIMLEY, A.P. 1987. The determinants of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*. Env. Biol. Fish., 18: 27–40.

KOHEN ALONSO, M., CRESPO, E.A., GARCÍA, N.A., PEDRAZA, S.N., MARIOTTI, BERON VERA, P.A.B. & MORA, N.J. 2002. Fishery and ontogenetic driven changes in the diet of the spiny dogfish, *Squalus acanthias*, in Patagonian waters, Argentina. Environ. Biol. Fish., 63: 193–202.

KNIP, D.M., HEUPEL, M.R. & SIMPFENDORFER, C.A. 2010. Sharks in nearshore environments: models, importance, and consequences. Mar. Ecol. Prog. Ser., 402: 1–11.

LACK, M. & SANT, G. 2011. The Future of Sharks: A Review of Action and Inaction. TRAFFIC Internacional and the Pew Environment Group.

LESSA, R., SANTANA, F.M., RINCÓN, G., GADIG, O.B.F. & EL-DEIR, A.C.A. 1999. Biodiversidade de elasmobrânquios do Brasil. Relatório para o Programa Nacional de Diversidade Biológica (PRONABIO) - Necton - Elasmobrânquios. Ministério do Meio Ambiente, Recife.

LLOMPART, F.M., COLAUTTI, D.C. & BAIGÚN, C.R.M. 2013. Assessment of a major shore-based marine recreational fishery in the southwest Atlantic, Argentina. N. Zeal. J. Mar. Fresh. Res., 46: 57–70.

LUCAS, A.J., GUERRERO, R.A., MIANZAN, H.W., ACHA, E.M. & LASTA, C.A. 2005. Coastal oceanographic regimes of the Northern Argentine Continental Shelf (34–43ºS). Estuar. Coast. Shelf Sci., 65: 405–420.

LUCIFORA, L.O. 2003. Ecología y conservación de los grandes tiburones costeros de Bahía Anegada, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. (http://hdl.handle.net/1834/1441)

LUCIFORA, L.O. & GARCÍA, V.B. 2004. Gastropod predation on egg cases of skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the southwestern Atlantic: quantification and life history implications. Mar. Biol. 145, 917–922.

LUCIFORA, L.O., MENNI, R.C. & ESCALANTE, A.H. 2002. Reproductive ecology and abundance of the sand tiger shark, *Carcharias taurus*, from the southwestern Atlantic. I.C.E.S. J. Mar. Sci., 59: 553–561.

LUCIFORA, L.O., MENNI, R.C. & ESCALANTE, A.H. 2004. Reproductive biology of the school shark, *Galeorhinus galeus*, off Argentina: support for a single Southwestern Atlantic population with synchronized migratory movements. Env. Biol. Fish., 71: 199–209.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

LUCIFORA, L.O., MENNI, R.C. & ESCALANTE, A.H. 2005. Reproduction, abundance, and feeding habits of the broadnose sevengill shark, *Notorynchus cepedianus*, in north Patagonia, Argentina. Mar. Ecol. Progr. Ser., 200: 237–244.

LUCIFORA, L.O., GARCÍA, V.B., & WORM, B. 2011. Global Diversity Hotspots and Conservation Priorities for Sharks. PLoS ONE 6, e19356.

LUCIFORA, L.O., GARCÍA, V.B., MENNI, R.C. & WORM, B. 2012. Spatial patterns in the diversity of sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyes) in the Southwest Atlantic. Biodivers. Conserv., 21: 407–419.

MABRAGAÑA, E., LUCIFORA, L.O. & MASSA, A.M. 2002. The reproductive ecology and abundance of *Sympterygia bonapartii* endemic to the southwest Atlantic. Env. Biol. Fish., 60: 951–967.

MASSA, A.M. 2009. Análisis de la situación de *Squalus acanthias* en la Plataforma Continental Argentina y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. INIDEP Inf. Invest. N°19/09.

MASSA, A.M. 2013. Peces cartilaginosos (Clase Chondrichthyes) de la región costera bonaerense y uruguaya: situación, impacto y grado de vulnerabilidad de las distintas especies frente a la presión pesquera. Tesis Doctoral, Facultda de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

MASSA, A.M. & HOZBOR, N.M. 2003. Peces cartilaginosos de la plataforma argentina, explotación, situación y necesidades para un manejo adecuado. Publ. Com. Téc. Mix. Fren. Mar., 19: 199–206.

MASSA, A.M., LUCIFORA, L.O. & HOZBOR, N.M. 2004. Condrictios de la región costera bonaerense y uruguaya. En: Boschi, E.E. (Ed.), El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Los peces marinos de interés pesquero. Caracterización biológica y evaluación del estado del estado de explotación. INIDEP, Mar del Plata, Argentina, pp. 85–99.

MENNI, R.C. & LÓPEZ, H.L. 1984. Distributional patterns of Argentine marine fishes. Physis, 42: 71–85.

MENNI, R.C. & STEHMANN, M.F.W. 2000. Distribution, environment and biology of batoid fishes off Argentina, Uruguay and Brazil. A review. Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat., 2: 69–109

MENNI, R.C. & LUCIFORA, L.O. 2007. Condrictios de la Argentina y Uruguay. Lista de Trabajo. ProBiota, FCNyM, UNLP, Serie Técnica-Didáctica, La Plata, Argentina, 11: 1–15.

MENNI, R.C., COUSSEAU, M.B. & GOSZTONYI, A.E. 1986. Sobre la biología de los tiburones costeros de la Provincia de Buenos Aires. An. Soc. Cient. Argent., 213: 3–26.

MENNI, R.C., RINCÓN, G. & GARCÍA, M.L. 2008. *Discopyge castelloi* sp. nov. (Torpediniformes, Narcinidae), una nueva especie de raya eléctrica del Mar Argentino. Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat., 10: 161–171.

MENNI, R.C., JAUREGUIZAR, A.J., STEHMANN, M.F.W. & LUCIFORA, L.O. 2010. Marine biodiversity at the community level: zoogeography of sharks, skates, rays and chimaeras in the southwestern Atlantic. Biodivers. Conserv., 19: 775–796.

MONTEALEGRE-QUIJANO, S. & VOOREN, C.M. 2010. Distribution and abundance of the life stages of the blue shark *Prionace glauca* in the Southwest Atlantic. Fish. Res., 101: 168–179

ODDONE, M.C., AMORIM, A.F., MANCINI, P.L., NORBIS, W. & VELASCO, G. 2007. The reproductive biology and cycle of *Rioraja agassizi* (Müller and Henle,

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

1841) (Chondrichthyes, Rajidae), in southeast Brazil, SW Atlantic Ocean. Sci. Mar., 71: 593–604.

ORTEGA, L.A., HEUPEL, M.R., VAN BEYNEN, P. & MOTTA, P.J. 2009. Movement patterns and water quality preferences of juvenile bull sharks (*Carcharhinus leucas*) in a Florida estuary. Env. Biol. Fish., 84: 361–373.

PAESCH, L. & DOMINGO, A. 2003. La pesca de condrictios en Uruguay. Publ. Com. Téc. Mix. Fren. Mar., 19: 207–216. (http://ctmfm.org/?p=744)

PALMA, E.D., MATANO, R.P. & PIOLA, A.R. 2004. A numerical study of the Southwestern Atlantic Shelf circulation: barotropic response to tidal and wing forcing. J. Geogr. Res., 109: 1–17.

PIOLA, A.R. & RIVAS, A.L. 1997. Corrientes de la Plataforma Continental Argentina En: Boschi, E., (Ed.), El Mar Argentino y sus Recursos Pesquero, Tomo I: Antecedentes Históricos de las Exploraciones en el Mar y las Características Ambientales. INIDEP, Mar del Plata, Argentina, pp. 119–132.

PIOLA, A.R., MARTINEZ AVELLANEDA, N., GUERRERO, R.A., JARDON, F.P., PALMA, E.D. & ROMERO, S.I. 2010. Malvinas-slope water intrusions on the northern Patagonia continental shelf. Ocean Sci., 6: 345–359.

POWTER, D.M. & GLADSTONE, W. 2008. Habitat preferences of Port Jackson sharks, *Heterodontus portusjacksoni*, in the coastal waters of eastern Australia. Proc. Linn. Soc. N.S.W., 129: 151–165.

PRATT, H.L. & CARRIER, J.C. 2005. Elasmobranch courtship and mating behaviour. En: Hamlett, W.C. (Ed.), Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes, Sharks, Batoid and Chimaeras, Vol. 3. Science. Publishers Incorporated, Enfield, NH, pp. 395–434.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2012. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL http://www.R-project.org/.

ROBBINS, R.L. 2007. Environmental variables affecting the sexual segregation of great white sharks *Carcharodon carcharias* at the Neptune Islands South Australia. J. Fish Biol., 70: 1350–1364.

RUOCCO, N.L., LUCIFORA, L.O., DÍAZ DE ASTARLOA, J.M. & WÖHLER, O.C. 2006. Reproductive biology and abundance of the white-dotted skate, *Bathyraja albomaculata*, in the Southwest Atlantic. ICES J. Mar. Sci., 63: 105–116.

RUOCCO, N.L., LUCIFORA, L.O., DÍAZ DE ASTARLOA, J.M., MABRAGAÑA, E.M. & DELPIANI, M.S. 2012. Morphology and DNA barcoding reveal a new species of eagle ray from the southwestern Atlantic: *Myliobatis ridens* sp. nov. (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Myliobatidae). Zoological Studies, 51: 863–873.

SÁNCHEZ, R., NAVARRO, G. & ROZYCKI, V. 2012. Estadísticas de la Pesca Marina Argentina. Evolución de los desembarques 1898-2010. Ministerio de Agricultura, ganadería y Pesca de la Nación. Buenos Aires, Argentina.

SAN MARTÍN, M.J., PEREZ COMEZAÑA, J.E. & CHIARAMONTE, G.E. 2005. Reproductive biology of the South West Atlantic marble sand skate *Psammobatis bergi* Marini, 1932 (Elasmobranchii, Rajidae). J. Appl. Ichthyol., 21: 504–510.

SCENNA, L.B. 2011. Biología y ecología reproductiva de las especies del Género *Bathyraja* (Elasmobranchii, Rajidae) en la plataforma continental Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. (http://hdl.handle.net/1834/4776)

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

SEGURA, A.M. & MILESSI, A.C. 2009. Biological and reproductive characteristics of the Patagonian smoothhound *Mustelus schmitti* (Chondrichthyes, Triakidae) as documented from an artisanal fishery in Uruguay. J. Appl. Ichthyol., 25: 78–82.

SIMPFENDORFER, C.A., YEISER, B.G., WILEY, T.R., POULAKIS, G.R., STEVENS P.W. & HEUPEL, M.R. 2011. Environmental influences on the spatial ecology of juvenile smalltooth sawfish (*Pristis pectinata*): results from acoustic monitoring. PLoS ONE, 6: e16918.

SIMS, D.W., NASH, J.P. & MARRITT, D. 2001. Movements and activity of male and female dogfish in a tidal sea lough: alternative behavioural strategies and apparent sexual segregation. Mar. Biol., 139: 1165–1175.

SIMS, D.W., WEARMOUTH, V.J., SOUTHALL, E.J., HILL, J., MOORE, P., RAWLINSON, K., HUTCHINSON, N., BUDD, G.C., METCLAFE, J.D., NASH, J.P. & MORRITT, D. 2006. Hunt warm, rest cool: bioenergetic efficiency underlying diel vertical migration of a benthic shark. J. An. Ecol., 75: 176–190

SPEED, C.W., FIELD, I.C., MEEKAN, M.G. & BRADSHAW, C.J.A. 2010. Complexities of coastal shark movements and their implications for management. Mar. Ecol. Prog. Ser., 408: 275–293.

SWAIN, D.P. & BENOÎT, H.P. 2006. Change in habitat associations and geographic distribution of thorny skate (*Amblyraja radiata*) in the southern Gulf of St Lawrence: density-dependent habitat selection or response to environmental change? Fish. Oceanogr., 15: 166–182.

TAMINI, L.L., CHIARAMONTE, G.E., PEREZ, J.E. & CAPPOZZO, H.L. 2006. Batoids in a coastal fishery of Argentina. Fish. Res., 77: 326–332.

UBEDA, A.J., SIMPFENDORFER, C.A. & HEUPEL, M.R. 2009. Movements of bonnetheads, *Sphyrna tiburo*, as a response to salinity change in a Florida estuary. Env. Biol. Fish., 84: 293–303.

VAUDO, J.J. & HEITHAUS, M.R. 2009. Spatiotemporal variability in a sandflat elasmobranch fauna in Shark Bay, Australia. Mar. Biol., 156: 2579–2590.

VILLWOCK DE MIRANDA, L.V. & VOOREN, C.M. 2003. Captura e esforço da pesca de elasmobrânquios demersais no sul do Brasil nos anos de 1975 a 1997. Publ. Com. Téc. Mix. Fren. Mar., 19: 217–231. (http://ctmfm.org/?p=744)

VÖGLER, R., MILESSI, A.C. & QUIÑONES, R.A. 2008. Influence of environmental variables on the distribution of *Squatina guggenheim* (Chondrichthyes, Squatinidae) in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone. Fish. Res., 91: 212–221.

VOOREN, C.M. & KLIPPEL, S. 2005. Ações para a Conservação de Tubarões e Raias no Sul do Brasil. Igaré, Porto Alegre.

WEARMOUTH, V.J. & SIMS, D.W. 2008. Sexual segregation in marine fish, reptiles, birds and mammals: behaviour patterns, mechanisms and conservation implications. Adv. Mar. Biol., 54: 107–170.

WOOD, S.N. 2006. Generalized Additive Models: An Introduction with R. Chapman & Hall/CRC, Florida.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Tabla 1. Estadísticos de los modelos aditivos generalizados utilizados para determinar el efecto de las variables ambientales sobre la riqueza de condrictios. Se presentan los $\Delta AIC_i = AIC_i - AIC_{min}$, los valores de los pesos de Akaike (AICw) y la importancia relativa de cada variable ambiental.

Modelos	**ΔAIC**	**AICw**
Riqueza ~ 1	135.5	<0.001
Riqueza ~ s(PROF)	110.6	<0.001
Riqueza ~ s(SST)	96.1	<0.001
Riqueza ~ s(EV)	45.7	<0.001
Riqueza ~ s(PROF) + s(SST)	64.2	<0.001
Riqueza ~ s(PROF) + s(EV)	0	0.807
Riqueza ~ s(SST) + s(EV)	31.9	<0.001
Riqueza ~ s(PROF) + s(SST) + s(EV)	2.9	0.139
Variables ambientales	**Importancia Relativa**	
PROF	1	
SST	0.193	
EV	1	

Los modelos incorporan la profundidad (PROF), la temperatura superficial del mar (SST) y la variabilidad ambiental (EV). El mejor modelo es el que presenta los ΔAIC igual a cero y el valor más alto de AICw.

Tabla 2. Estadísticos de los modelos aditivos Generalizados utilizados para determinar el efecto de las variables ambientales sobre el número de modalidades reproductivas de condrictios. Se presentan los $\Delta AIC_i = AIC_i - AIC_{min}$, los valores de los pesos de Akaike (AICw) y la importancia relativa de cada variable ambiental.

Modelos	**ΔAIC**	**AICw**
Modalidades reproductivas ~ 1	355.3	<0.001
Modalidades reproductivas ~ s(PROF)	48.7	<0.001
Modalidades reproductivas ~ s(SST)	76.8	<0.001
Modalidades reproductivas ~ s(EV)	215.2	<0.001
Modalidades reproductivas ~ s(PROF) + s(SST)	0	0.662
Modalidades reproductivas ~ s(PROF) + s(EV)	37.7	<0.001
Modalidades reproductivas ~ s(SST) + s(EV)	48.7	<0.001
Modalidades reproductivas ~ s(PROF) + s(SST) +s(EV)	1.3	0.338
Variables ambientales	**Importancia relativa**	
PROF	1	
SST	1	
EV	0.338	

Los modelos incorporan la profundidad (PROF), la temperatura superficial del mar (SST) y la variabilidad ambiental (EV). El mejor modelo es el que presenta los ΔAIC igual a cero y el valor más alto de AICw.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

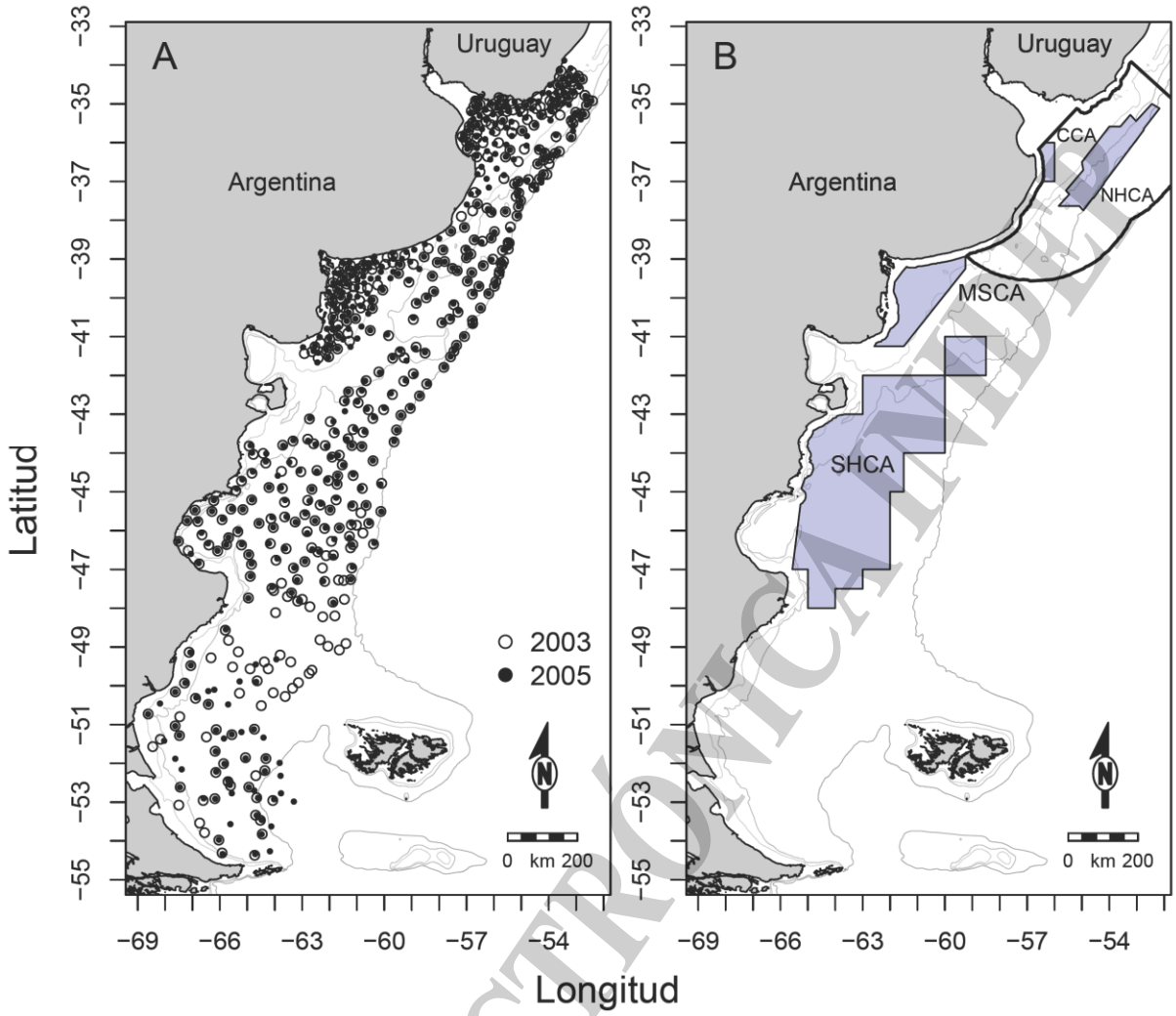

Figura 1. Mapas con los lances de pesca realizados en las campañas de 2003 y 2005 (A) y las áreas de veda para el arrastre de fondo vigentes en 2012 (B). La línea delimita la Zona Común de Pesca Argentino Uruguaya y las líneas grises las isobatas de 50, 80 y 200 m extraídas de la Carta Batimétrica General del Océano (www.gebco.net). Áreas de veda: SHCA, veda anual en aguas de Patagonia de aproximadamente 184,200 km^2 dirigida al stock sur de merluza común *Merluccius hubbsi*; MSCA, veda estacional desde octubre a marzo de 31,500 km^2 entre 38° y 41°S a profundidades menores de 50 m para proteger el conjunto de especies costeras; NHCA, veda anual de dimensiones variables estacionalmente al norte de los 38°S entre 50 y 200 m de profundidad dirigida a proteger el stock norte de merluza común *M. hubbssi*; CCA, veda de 4,562 km^2 entre los 36° y 37°S establecida durante primavera y verano para proteger específicamente diversas especies y estadios reproductivos de condrictios.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

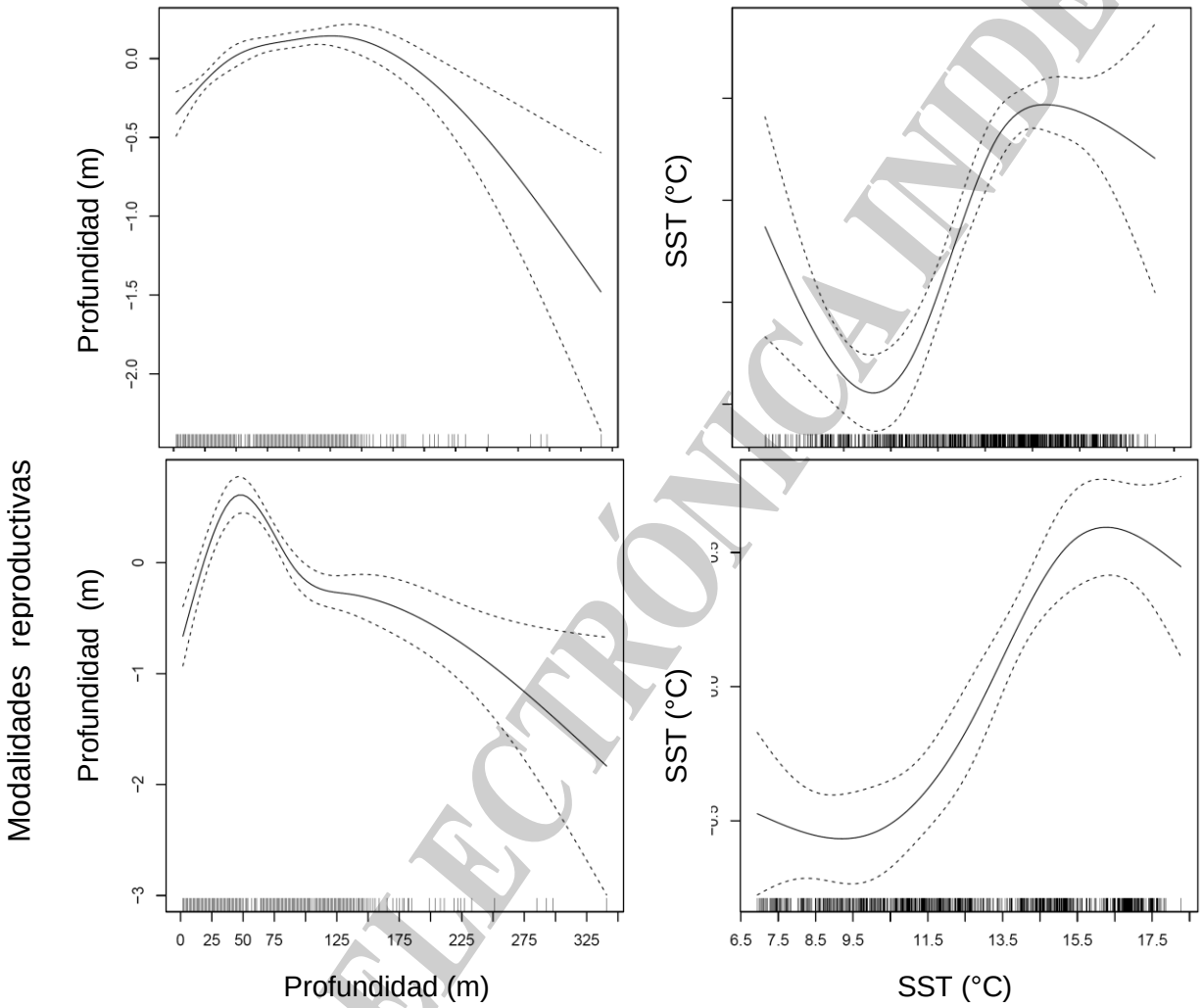

Figura 2. Parámetros estimados del Modelo Lineal Generalizado con mejor ajuste (profundidad y temperatura superficial del mar, SST) para la riqueza de especies y número de modalidades reproductivas de condrictios en el Océano Atlántico Sudoccidental.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

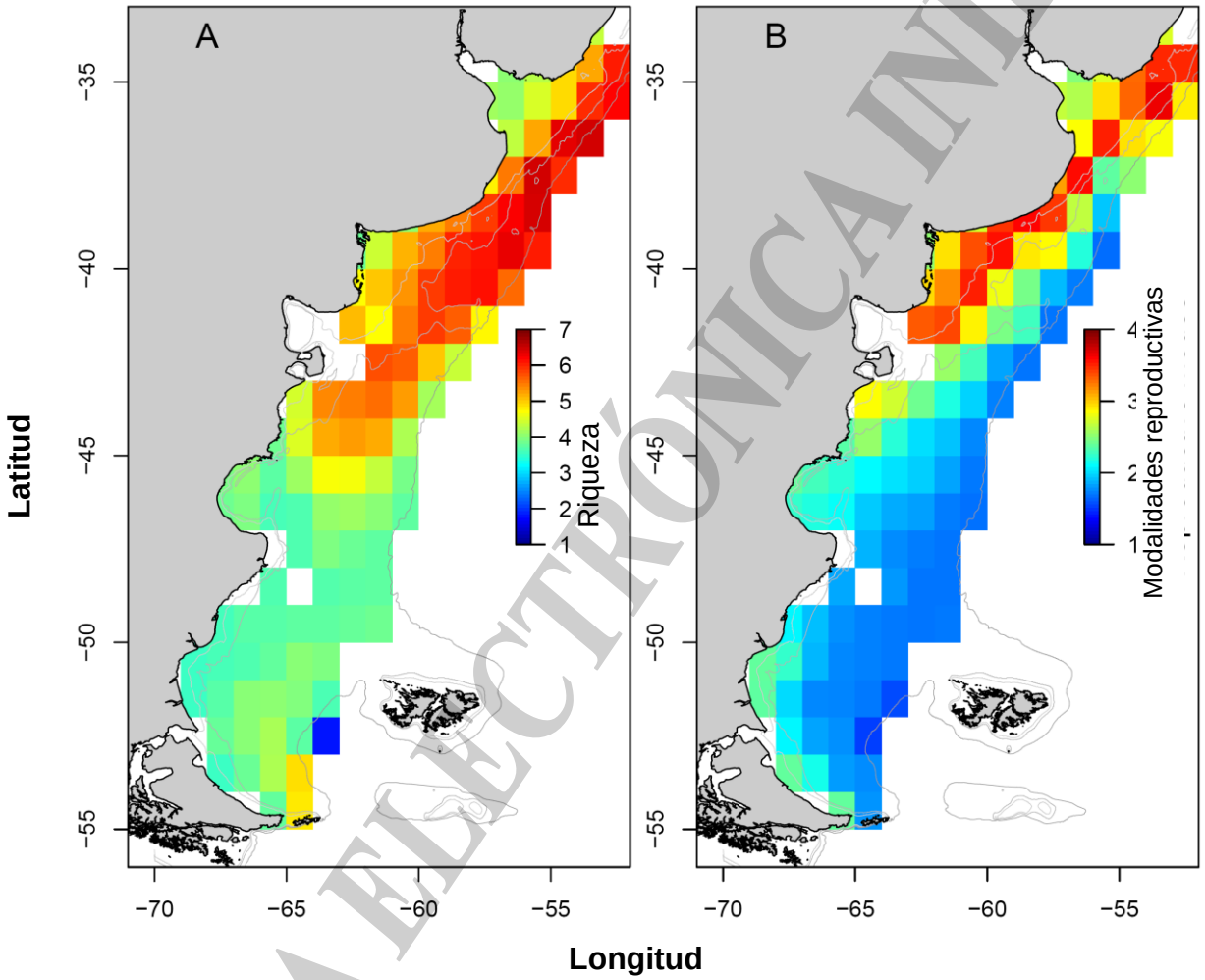

Figura 3. Predicciones de la riqueza de especies (A) y número de modalidades reproductivas de condrictios (B) para el Océano Atlántico Sudoccidental. Las líneas grises indican las isobatas de 50, 80 y 200 m.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

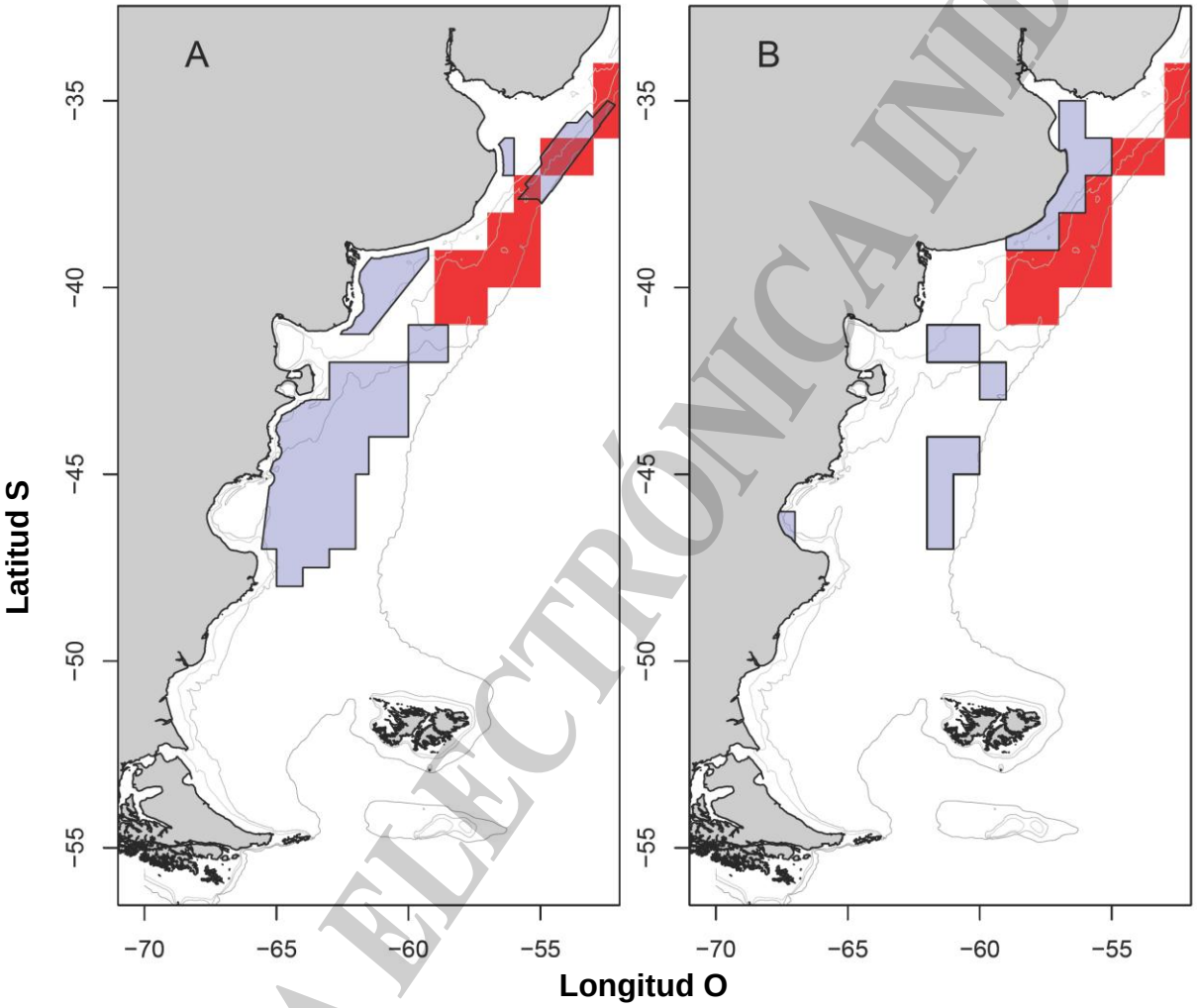

Figura 4. Mapas del Océano Atlántico Sudoccidental donde se muestran las áreas con mayor riqueza de especies de condrictios (áreas rojas) y su superposición con las áreas de veda establecidas para el arrastre de fondo vigentes para el año 2012 (A) y con las áreas de alto esfuerzo pesquero (B). Las líneas grises indican las isobatas de 50, 80 y 200 m.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

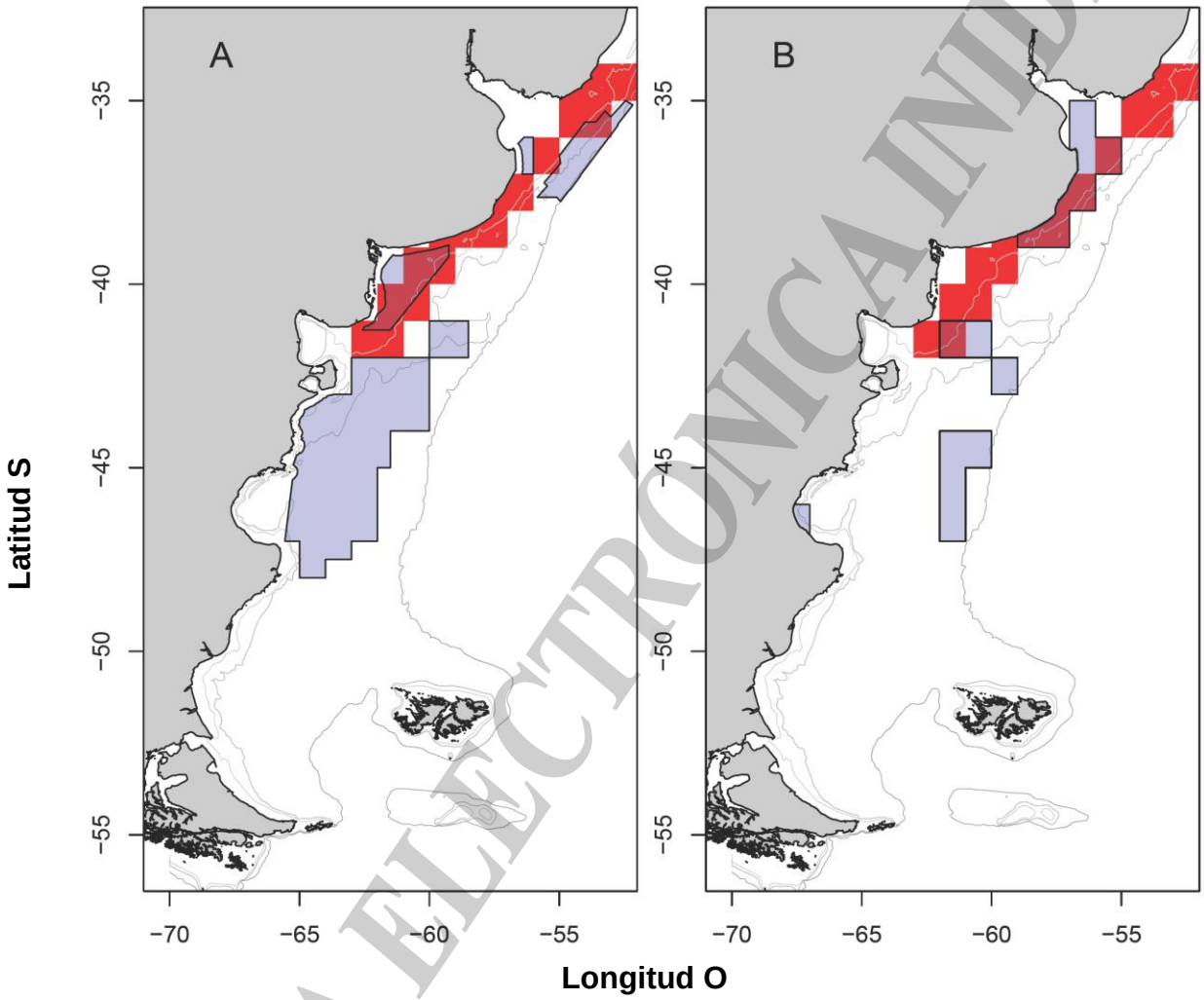

Figura 5. Mapas del Océano Atlántico Sudoccidental donde se muestran las áreas con mayor número de modalidades reproductivas de condrictios (áreas rojas) y su superposición con las áreas de veda establecidas para el arrastre de fondo vigentes para el año 2012 (A) y con las áreas de alto esfuerzo pesquero (B). Las líneas grises indican las isobatas de 50, 80 y 200 m.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP