



INIDEP

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PESQUERO



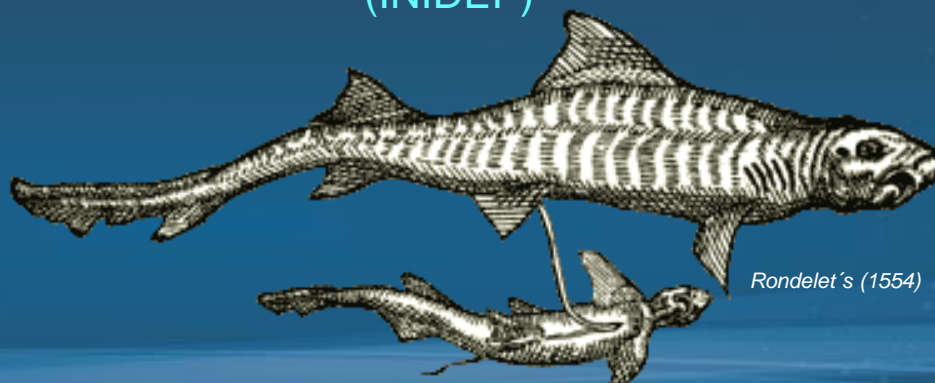
17° Simposio Científico
COMISIÓN TÉCNICA MIXTA DEL FRENTE MARÍTIMO

Tema central: Recuperación de pesquerías.
Aspectos poblacionales, ecológicos y administrativos.

RIQUEZA DE ESPECIES Y MODALIDADES REPRODUCTIVAS DE CONDRICTIOS EN ÉL AREA DEL TRATADO DEL RÍO DE LA PLATA Y SU FRENTE MARITIMO. RELACION CON VARIABLES AMBIENTALES, AREAS DE VEDA Y DE PESCA.

Colonello J.H., F. Cortés & A.M. Massa

**Programa Pesquerías de Condrictios
(INIDEP)**



Rondelet's (1554)

Modalidades reproductivas en condriktios

Tipo de parición y lugar donde se desarrollan los embriones

Oviparismo

ovario

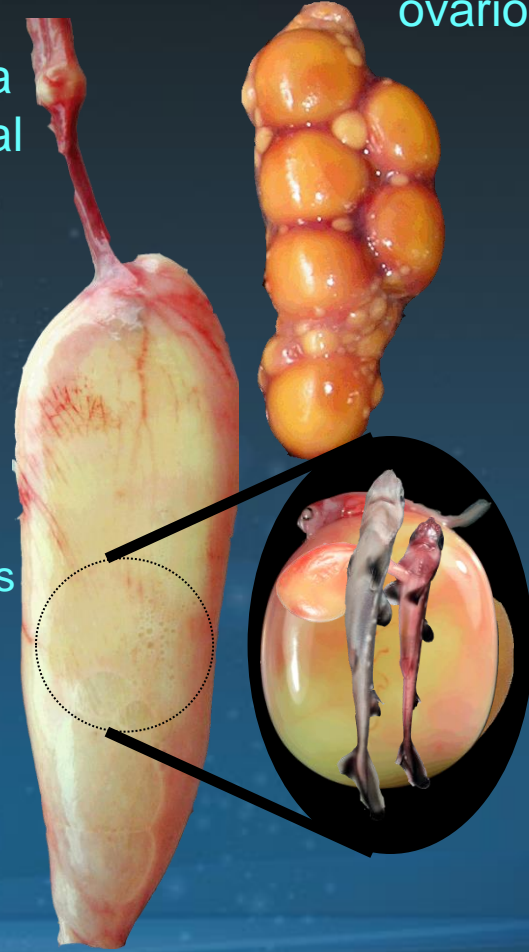


Viviparismo

ovario

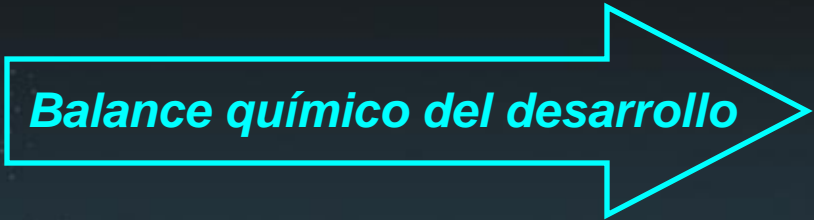
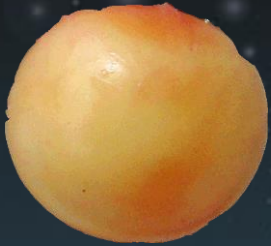
glándula oviductal

útero con ovocitos fecundados



➔ **Especies vivíparas**

Ovulación



Nacimiento



➔ **Lecitotróficos (ovovivíparos)**

Pérdida de peso seco



➔ **Matrotróficos**

Aumento de peso seco

tipo de aporte

- ➔ **Placentotróficos**
- ➔ **Histotróficos**
- ➔ **Ovatróficos**
- ➔ **Adelfotróficos**

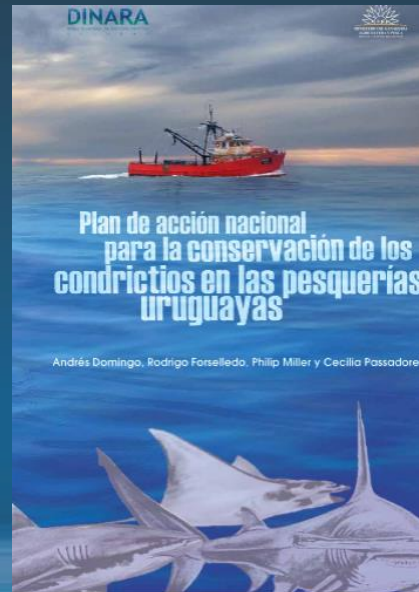
Planes de Acción Nacional para la Conservación y el Manejo de Condrictios (tiburones, rayas y quimeras)” (PAN-Tiburones)

92 especies de peces cartilaginosos

48 tiburones

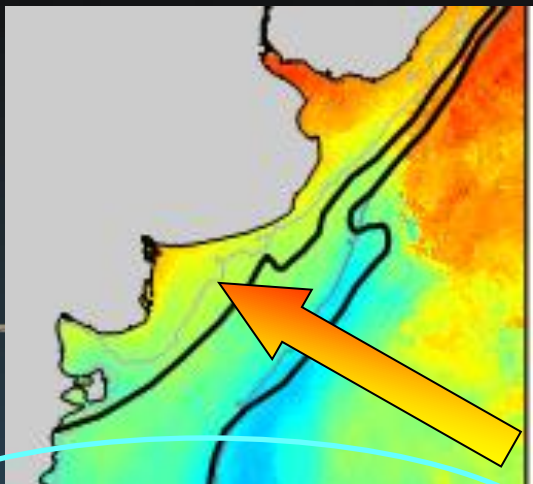
42 batoideos (dentro de este último grupo, la mayoría de las especies son rayas)

2 quimeras



Ovíparos estacionales

Atlantoraja castelnaui



Rioraja agassizi



Ciclos anuales con picos estacionales

Sympterygia bonapartii



Sympterygia acuta

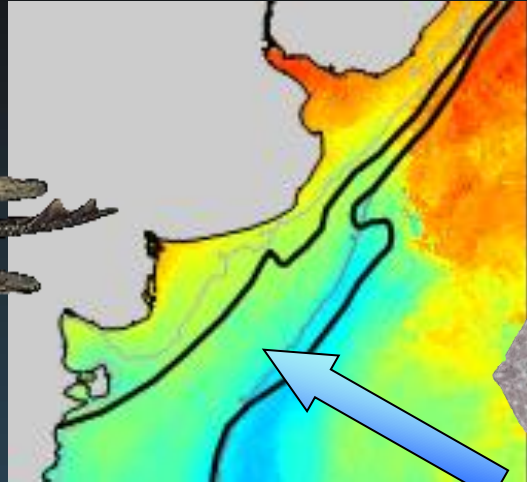


Atlantoraja cyclophora

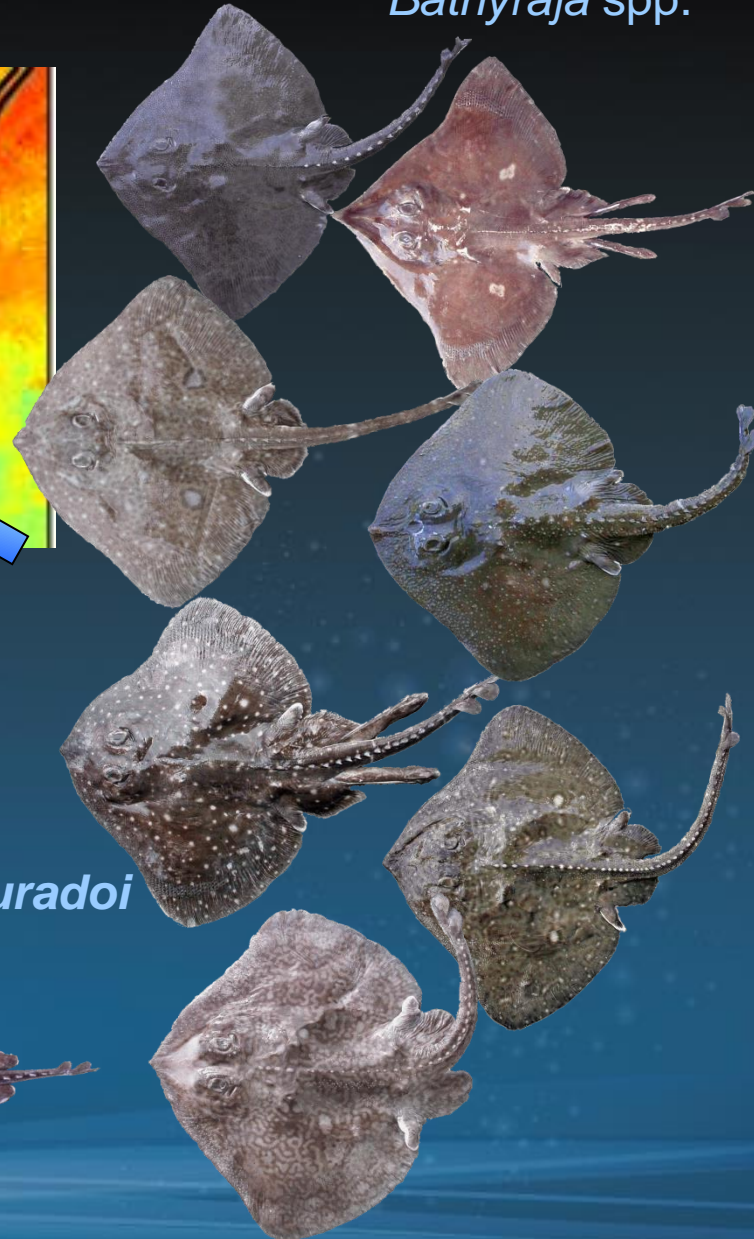


Ovíparos anuales

Dipturus chilensis



Bathyraja spp.



Schroederichthys bivius



Callorhynchus callorynchus



Amblyraja doellorjuradoi



Vivíparos lecitotróficos

Rhinobatos horkelii

1 año

vitelogénesis

gestación

alumbramiento

Marzo

Costa Brasil

Notorynchus cepedianus

2 años

vitelogénesis

gestación

Dic-Ene

Costa Argentina

Galeorhinus galeus

3 años

vitelogénesis

Dic-Ene

Costa Argentina

Squatina guggenheim

1 año

gestación

Zapteryx brevirostris

Julio

Costa Argentina

➔ **Vivíparos histotróficos**

Mobula hypostoma



Gymnura altavela



**Ciclos anuales
ó bianuales**

Dasyatis hypostigma



Myliobatis goodei



Vivíparos ovatróficos

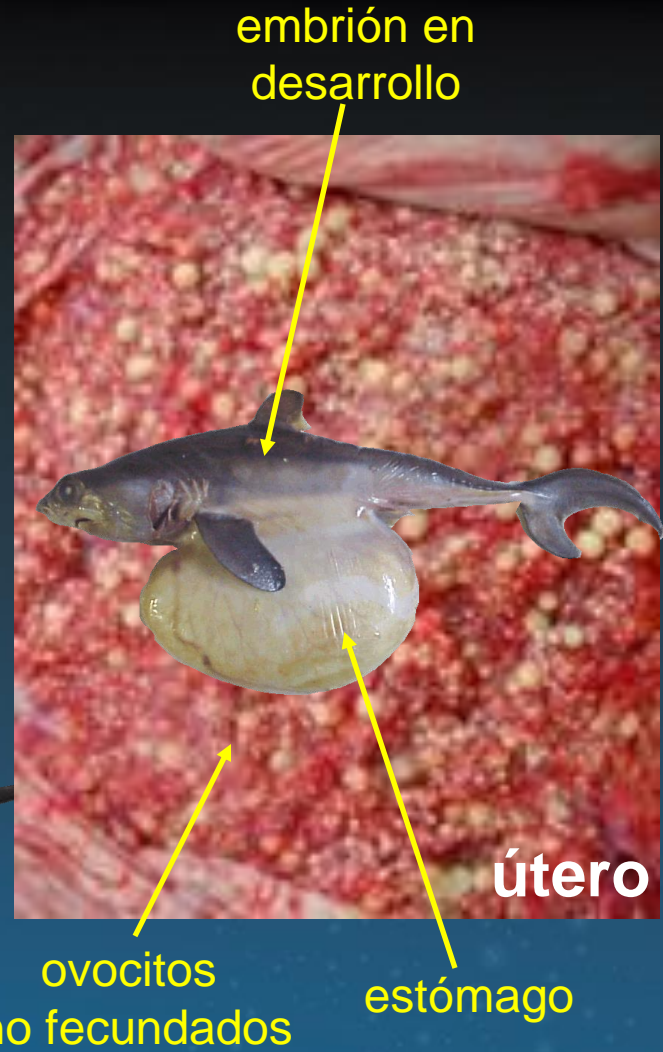
Lamna nasus



Alopias vulpinus



1 año
vitelogénesis
gestación



embrión en desarrollo

ovocitos no fecundados

estómago

útero

Vivíparos adelfotróficos

Carcharias taurus



Fase oofagia

embrión en desarrollo

ovocitos



Fase adelfofagia

ovocitos

embriones desarrollo de



2 años

vitelogenésis

gestación

Brasil

Apareamiento

verano
Argentina y Uruguay



editado de: <http://www.youtube.com/watch?v=ZrqgPjZ07Ts>

Cruceros de investigación

| año cruceros | recurso objetivo | meses | | | | | lances totales |
|-----------------|---------------------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------------------|
| | | agosto | septiembre | octubre | noviembre | diciembre | |
| 1999 | Merluza | | 16 | 59 | | | 75 |
| | Costera | | | | 93 | | 93 |
| 2003 | Costera | | | | 11 | 79 | 90 |
| | Merluza | 3 | 6 | | | | 9 |
| | Merluza | | 59 | | | | 59 |
| 2005 | Costera | | | | 103 | 1 | 104 |
| | Merluza | 9 | | | | | 9 |
| | Merluza | 59 | 1 | | | | 60 |



Temperatura
Salinidad
Profundidad
(datos *in situ*)

Modelos
Aditivos
Generalizados

Riqueza de especies
Diversidad de modalidades

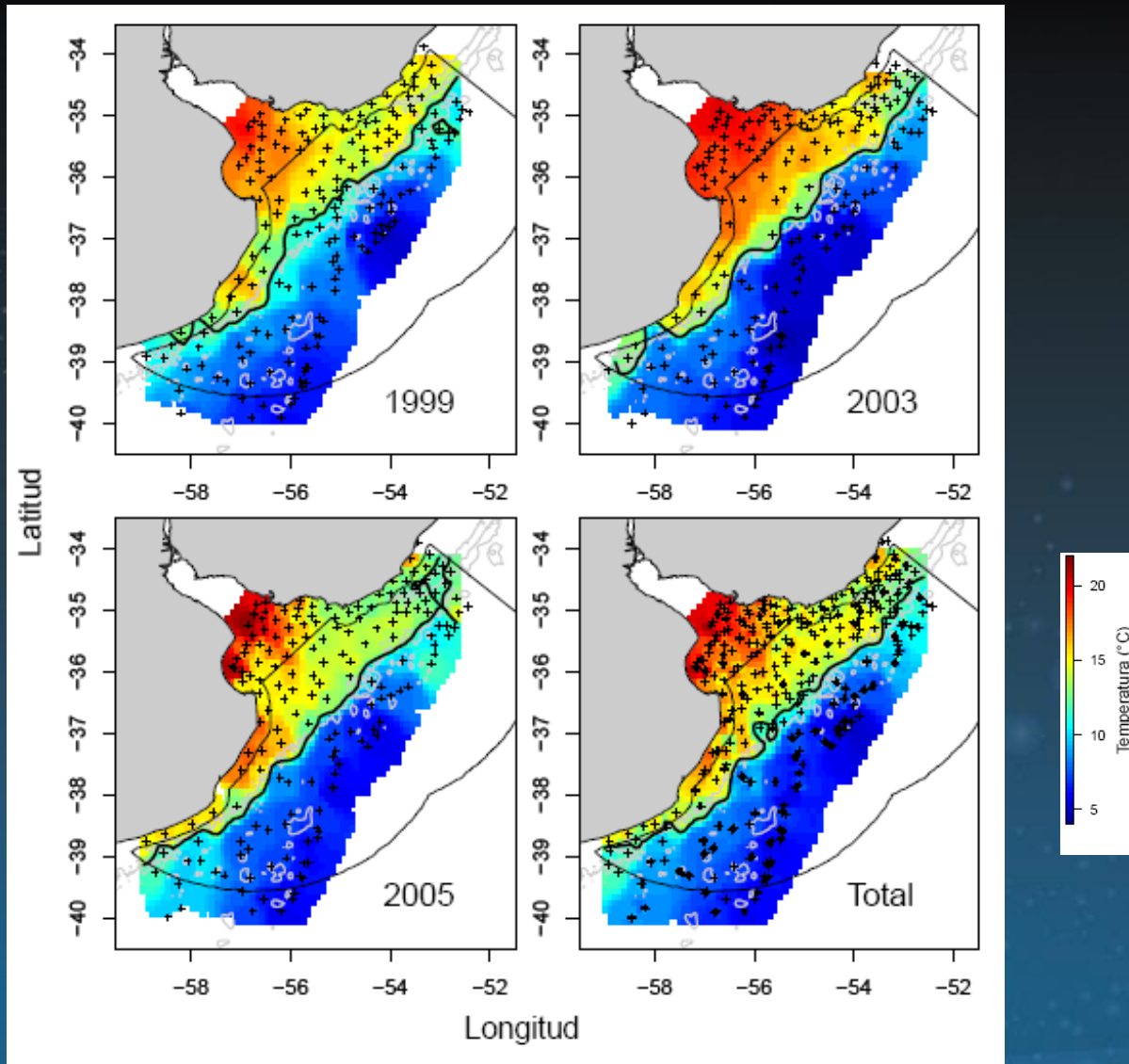
La selección del modelo se realizó a partir de un proceso de selección en etapas (*stepwise selection*) con el Criterio de Información de Akaike (AIC, Burnham & Anderson, 2002).

En base a los modelos que mejor explicaron la variación en la riqueza y modalidades reproductivas se elaboraron mapas con predicciones en una grilla de 0,5° de resolución

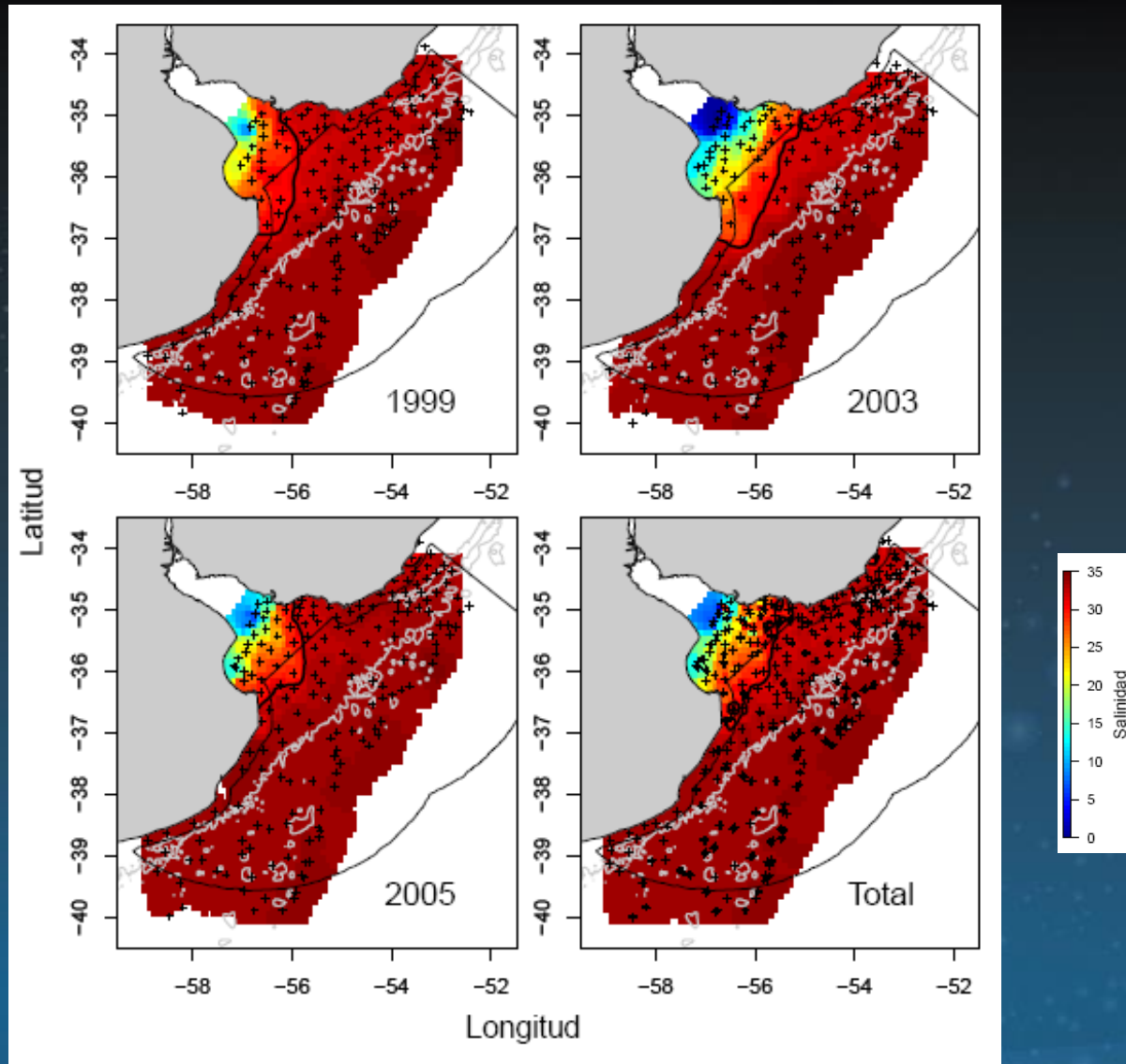
Las cuadrículas con valores mayores al percentil del 90% de los valores predichos, fueron consideradas como áreas de alta riqueza de especies y de modalidades reproductivas de condricios.

Se estimó la superposición de áreas con alta riqueza de especies y diversidad de modalidades reproductivas con áreas de veda y distribución de la operatividad de la flota

Distribución horizontal de la temperatura de fondo



Distribución horizontal de la salinidad de fondo



Condriictios en cruceros analizados

| Nombre científico | elasma | Modo reproductivo | año 1999 | año 2003 | año 2005 |
|-----------------------------------|----------|--------------------------|----------|----------|----------|
| <i>Amblyraja doellojuradoi</i> | Raya | ovíparo estacional | 23 | 29 | 36 |
| <i>Atlantoraja castelnaui</i> | Raya | ovíparo estacional | 37 | 38 | 43 |
| <i>Atlantoraja cyclophora</i> | Raya | ovíparo anual | 33 | 39 | 53 |
| <i>Atlantoraja platana</i> | Raya | ovíparo anual | | 1 | 1 |
| <i>Bathyraja albomaculata</i> | Raya | ovíparo anual | 61 | 70 | 55 |
| <i>Bathyraja brachyurops</i> | Raya | ovíparo anual | 101 | 110 | 101 |
| <i>Bathyraja griseocauda</i> | Raya | ovíparo anual | 22 | 15 | 27 |
| <i>Bathyraja macloviana</i> | Raya | ovíparo anual | 121 | 105 | 111 |
| <i>Bathyraja magellanica</i> | Raya | ovíparo anual | 35 | 12 | 18 |
| <i>Bathyraja multispinis</i> | Raya | ovíparo anual | 9 | 13 | 21 |
| <i>Bathyraja scaphiops</i> | Raya | ovíparo anual | 5 | 17 | 18 |
| <i>Callorhynchus callorynchus</i> | Quimera | ovíparo estacional | 66 | 47 | 68 |
| <i>Carcharhinus brachyurus</i> | Tiburón | vivíparo placentotrófico | 2 | | |
| <i>Carcharias taurus</i> | Tiburón | vivíparo adelfotrófico | | | 3 |
| <i>Dasyatis hypostigma</i> | Batoideo | vivíparo histotrófico | 18 | 13 | 19 |
| <i>Dipturus chilensis</i> | Raya | ovíparo anual | 217 | 186 | 211 |
| <i>Dipturus leptocauda</i> | Raya | ovíparo anual | | 2 | |
| <i>Dipturus trachyderma</i> | Raya | ovíparo anual | 4 | | 2 |
| <i>Discopyge tschudii</i> | Batoideo | vivíparo lecitotrófico | 80 | 54 | 107 |
| <i>Galeorhinus galeus</i> | Tiburón | vivíparo lecitotrófico | 72 | 54 | 58 |
| <i>Lamna nasus</i> | Tiburón | vivíparo ovatrófico | 2 | | |
| <i>Mustelus fasciatus</i> | Tiburón | vivíparo placentotrófico | 1 | | |
| <i>Mustelus schmitti</i> | Tiburón | vivíparo placentotrófico | 170 | 156 | 187 |
| <i>Myliobatis goodei</i> | Batoideo | vivíparo histotrófico | 75 | 73 | 96 |
| <i>Myliobatis ridens</i> | Batoideo | vivíparo histotrófico | 5 | 7 | 35 |
| <i>Notorynchus cepedianus</i> | Tiburón | vivíparo lecitotrófico | 3 | 7 | 8 |
| <i>Psammobatis bergi</i> | Raya | ovíparo estacional | 6 | 22 | 31 |
| <i>Psammobatis extenta</i> | Raya | ovíparo estacional | 6 | | 5 |
| <i>Psammobatis normani</i> | Raya | ovíparo anual | 43 | 126 | 135 |
| <i>Psammobatis rudis</i> | Raya | ovíparo anual | 17 | 37 | 98 |
| <i>Rhinobatos horkelii</i> | Batoideo | vivíparo lecitotrófico | 2 | 7 | 16 |
| <i>Rioraja agassizi</i> | Raya | ovíparo estacional | 39 | 44 | 70 |
| <i>Schroederichthys bivius</i> | Tiburón | ovíparo anual | 181 | 157 | 171 |
| <i>Sphyrna zygaena</i> | Tiburón | vivíparo placentotrófico | 1 | 1 | |
| <i>Squalus acanthias</i> | Tiburón | vivíparo lecitotrófico | 255 | 204 | 161 |
| <i>Squalus mitsukurii</i> | Tiburón | vivíparo lecitotrófico | 25 | 18 | 12 |
| <i>Squatina argentina</i> | Tiburón | vivíparo lecitotrófico | 37 | 22 | 35 |
| <i>Squatina guggenheim</i> | Tiburón | vivíparo lecitotrófico | 81 | 99 | 99 |
| <i>Sympterygia acuta</i> | Raya | ovíparo estacional | 22 | 25 | 37 |
| <i>Sympterygia bonapartii</i> | Raya | ovíparo estacional | 94 | 92 | 109 |
| <i>Torpedo puelcha</i> | Batoideo | vivíparo lecitotrófico | | 1 | |
| <i>Zapteryx brevirostris</i> | Batoideo | vivíparo lecitotrófico | 23 | 26 | 56 |

38 36 36



| Modalidad reproductiva | Número de especies |
|--------------------------|--------------------|
| ovíparo anual | 15 |
| ovíparo estacional | 8 |
| vivíparo adelfotrófico | 1 |
| vivíparo histotrófico | 3 |
| vivíparo lecitotrófico | 10 |
| vivíparo ovatrófico | 1 |
| vivíparo placentotrófico | 4 |

42

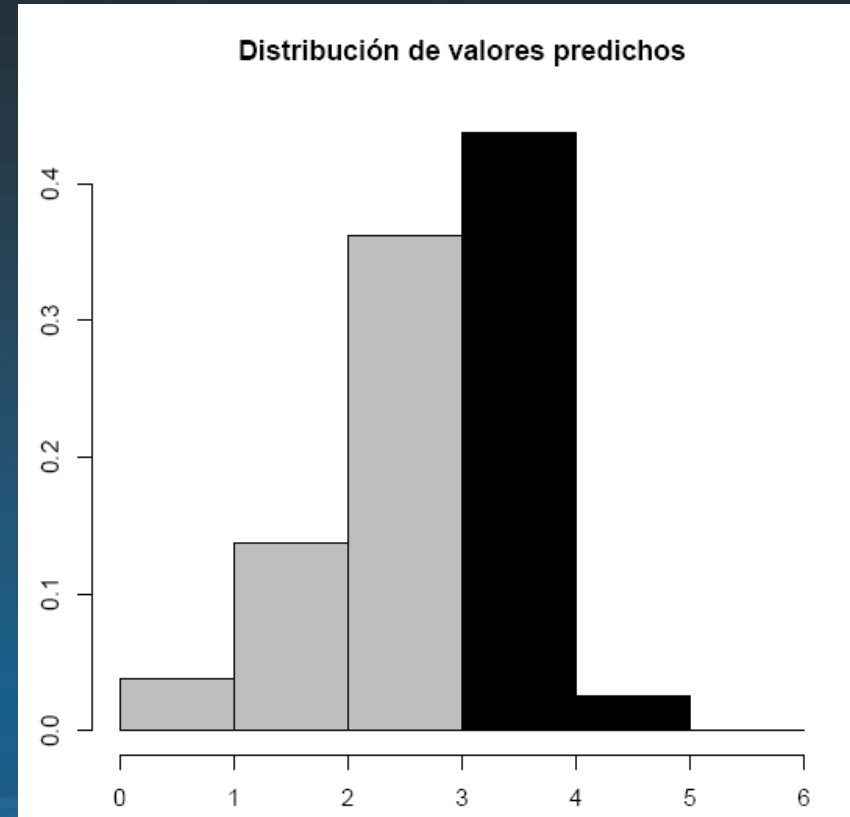
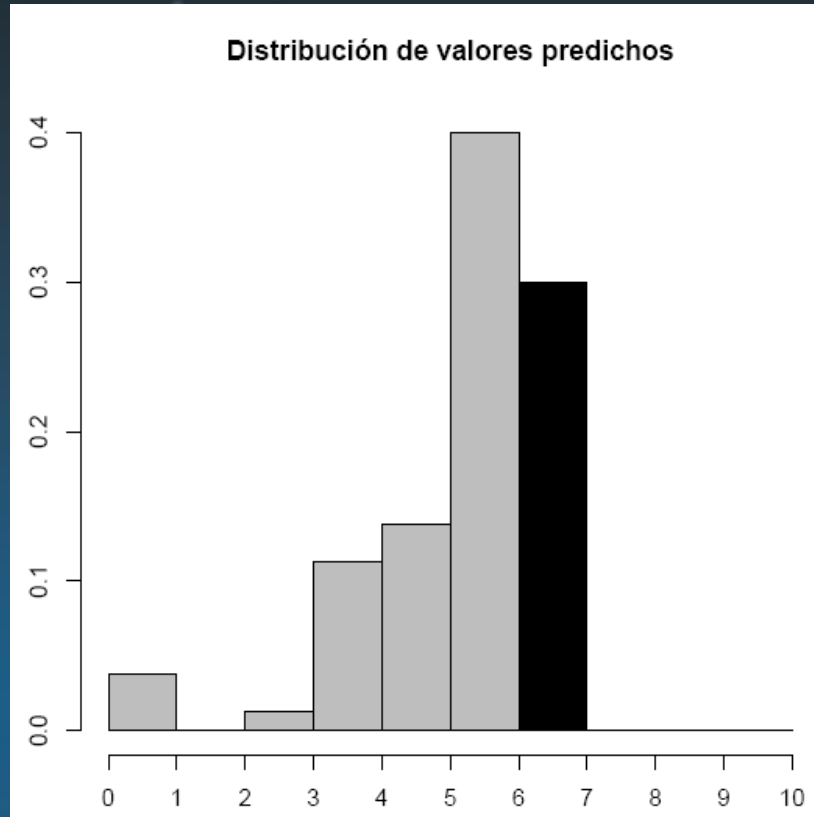


La distribución espacial de la **riqueza de especies** y de las **modalidades reproductivas** de condrictios estuvieron asociadas con la **profundidad**, la **salinidad** y la **temperatura**.

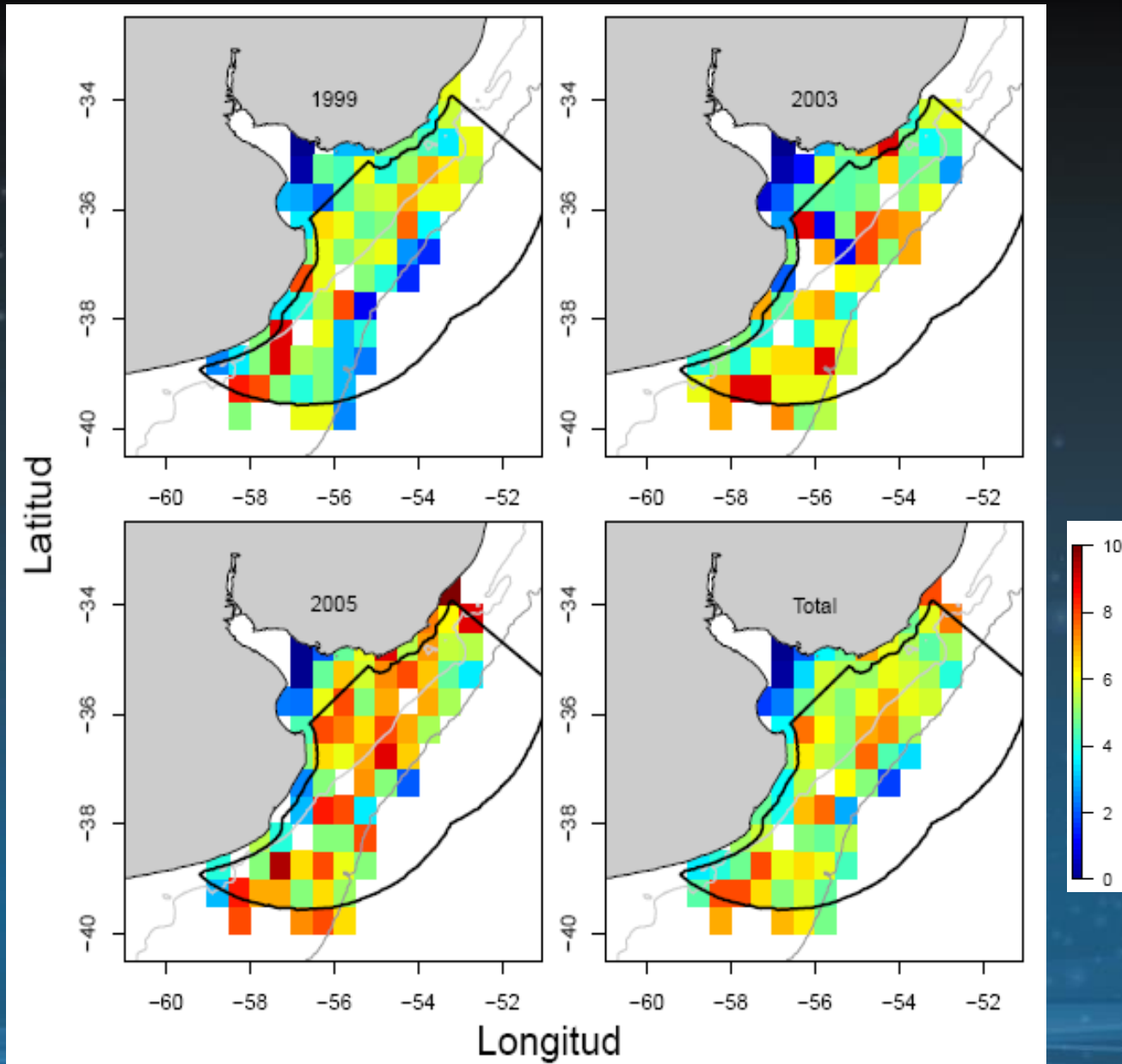
Riqueza

Modalidades

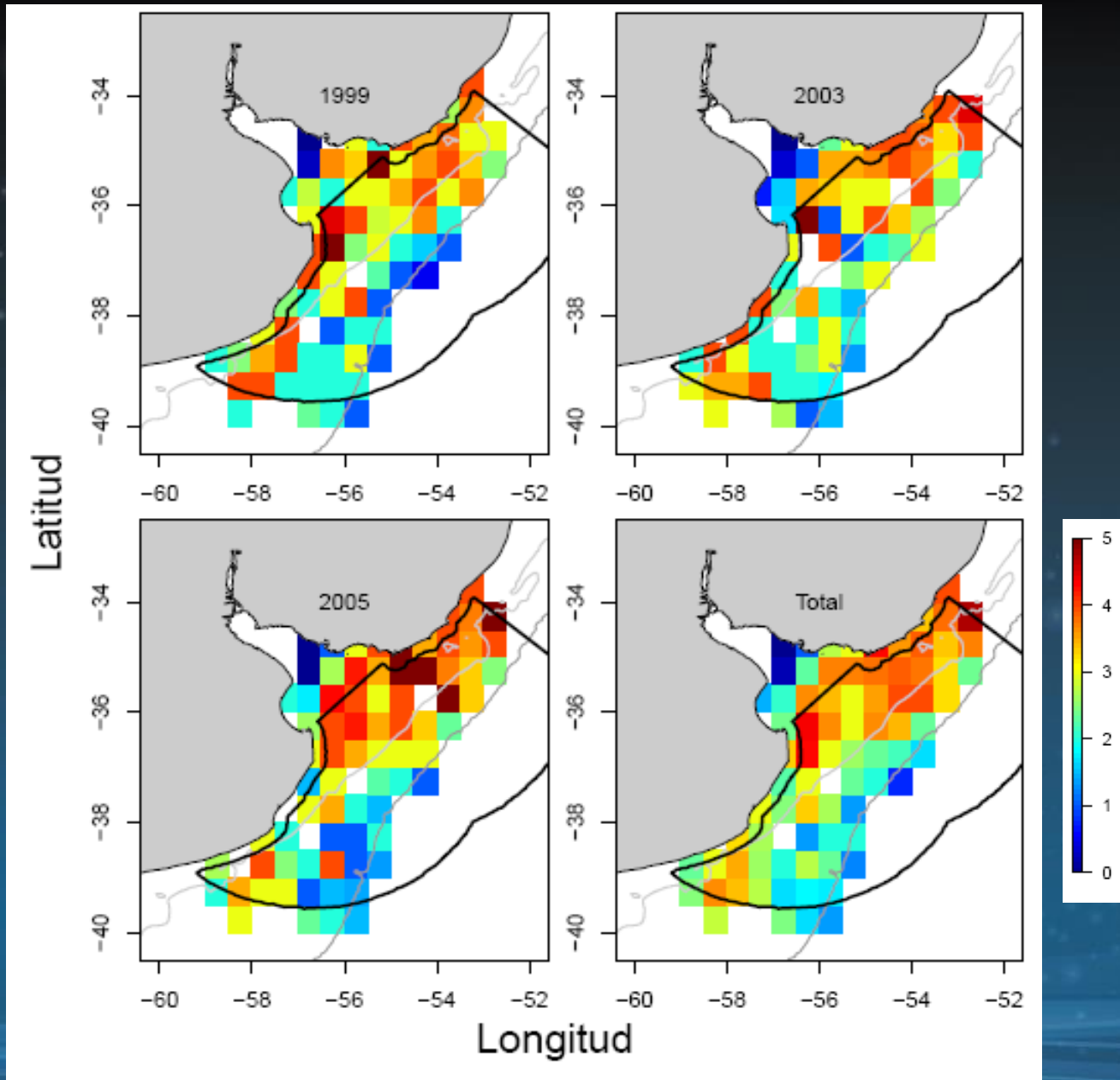
Frecuencia relativa



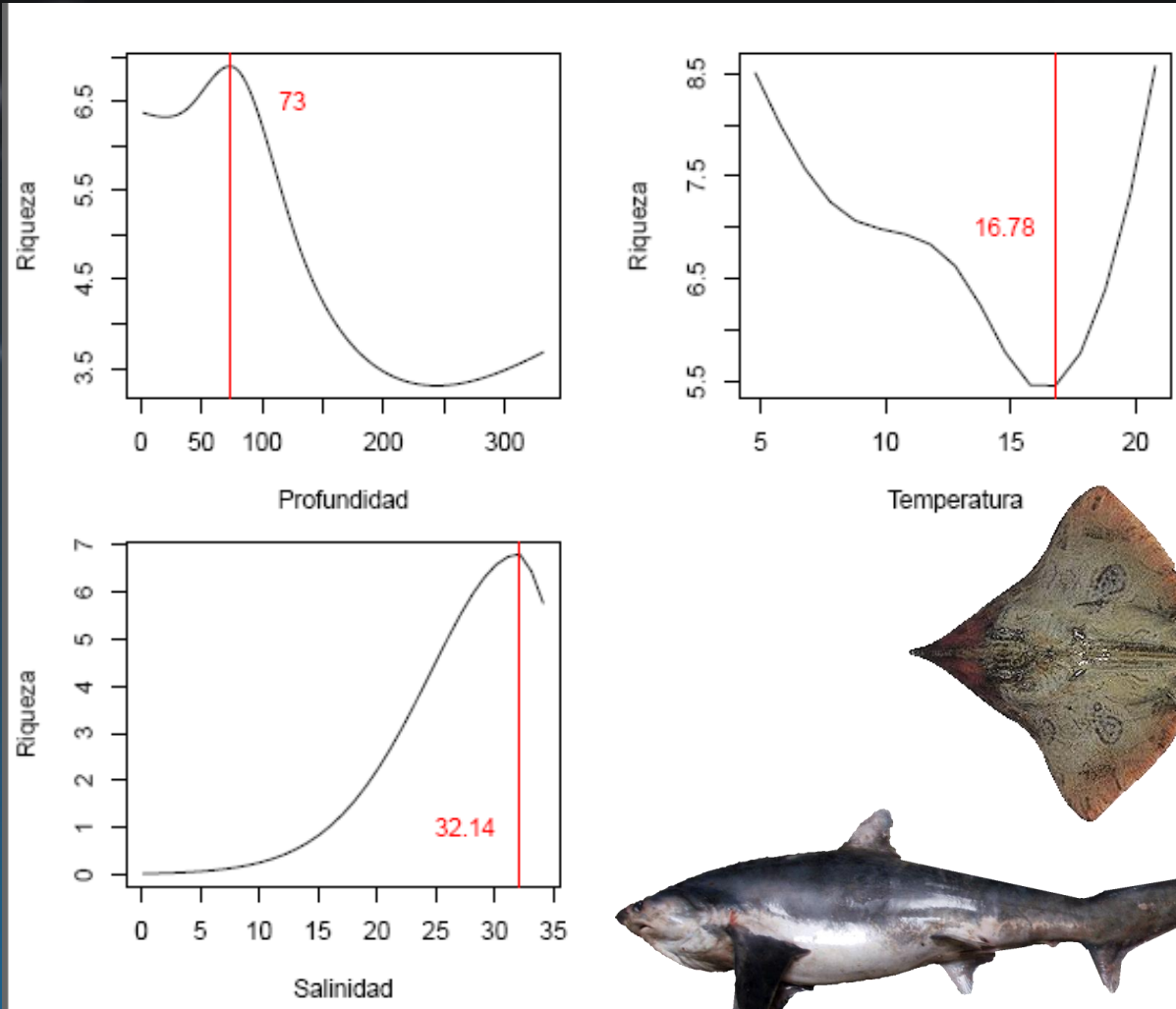
Predicciones de riqueza de condrictios



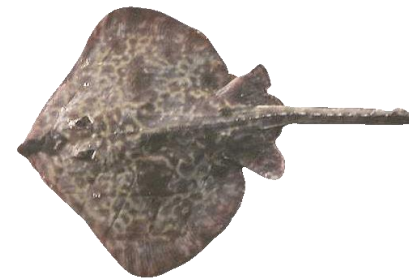
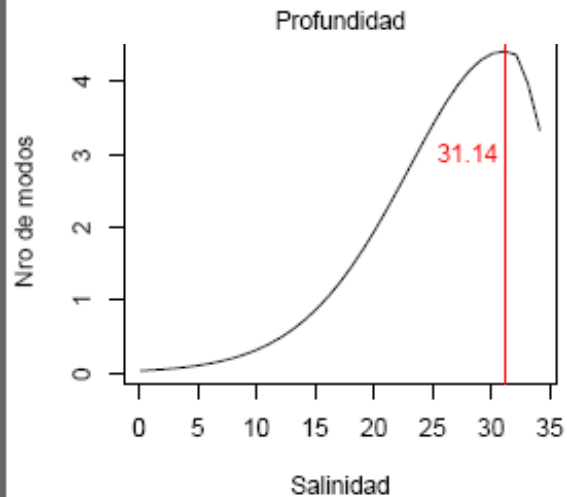
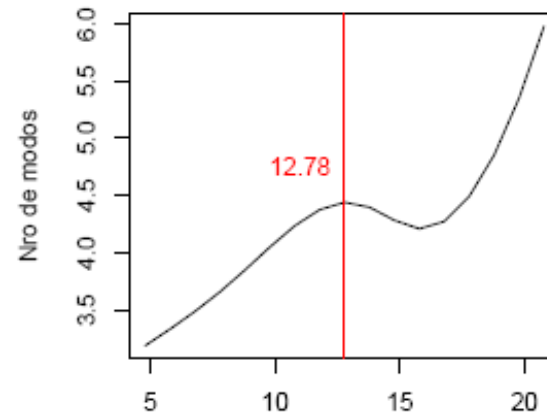
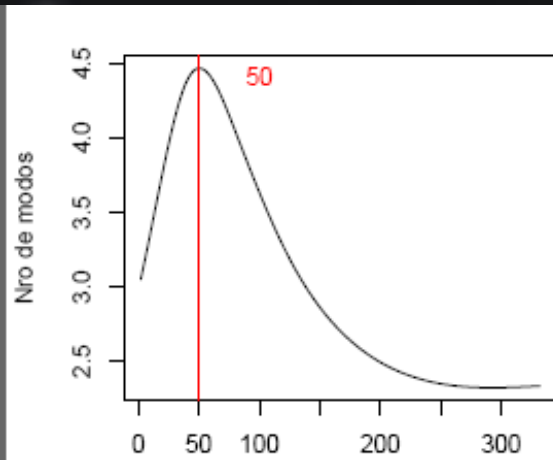
Predicciones modalidades reproductivas



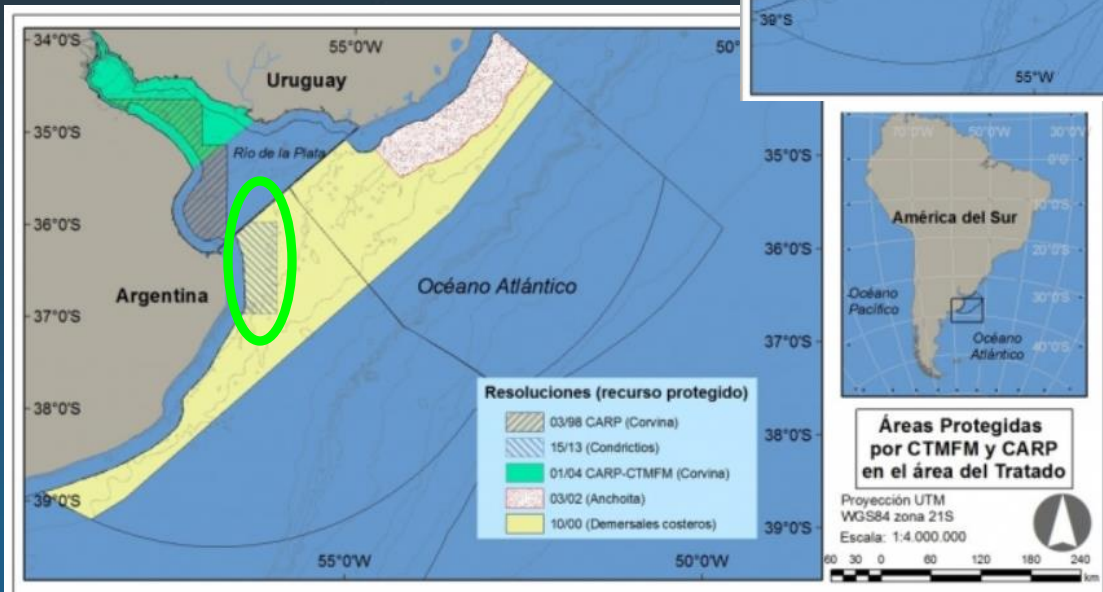
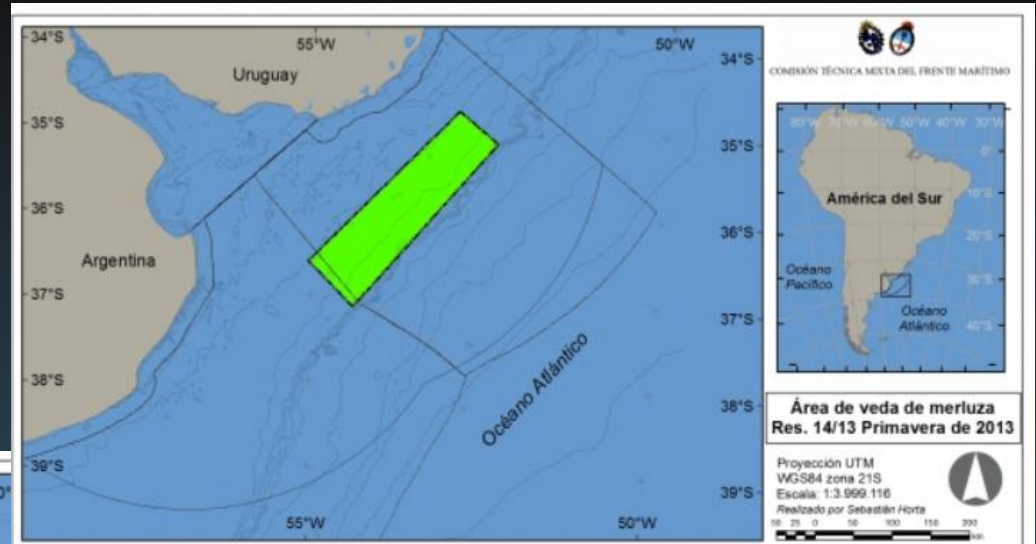
Riqueza de especies y variables ambientales



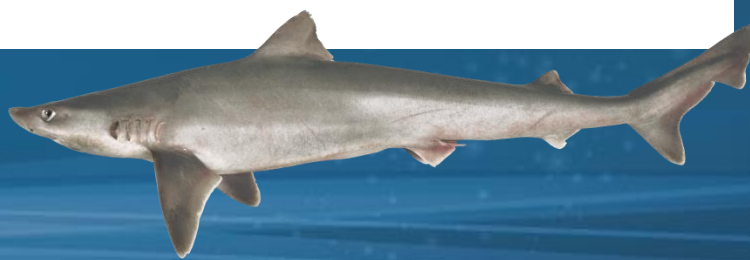
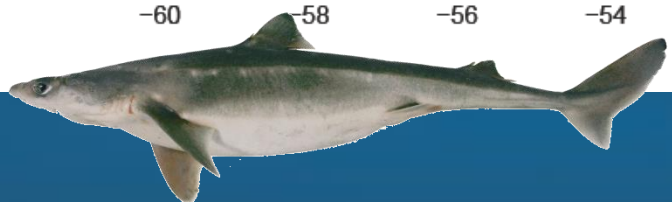
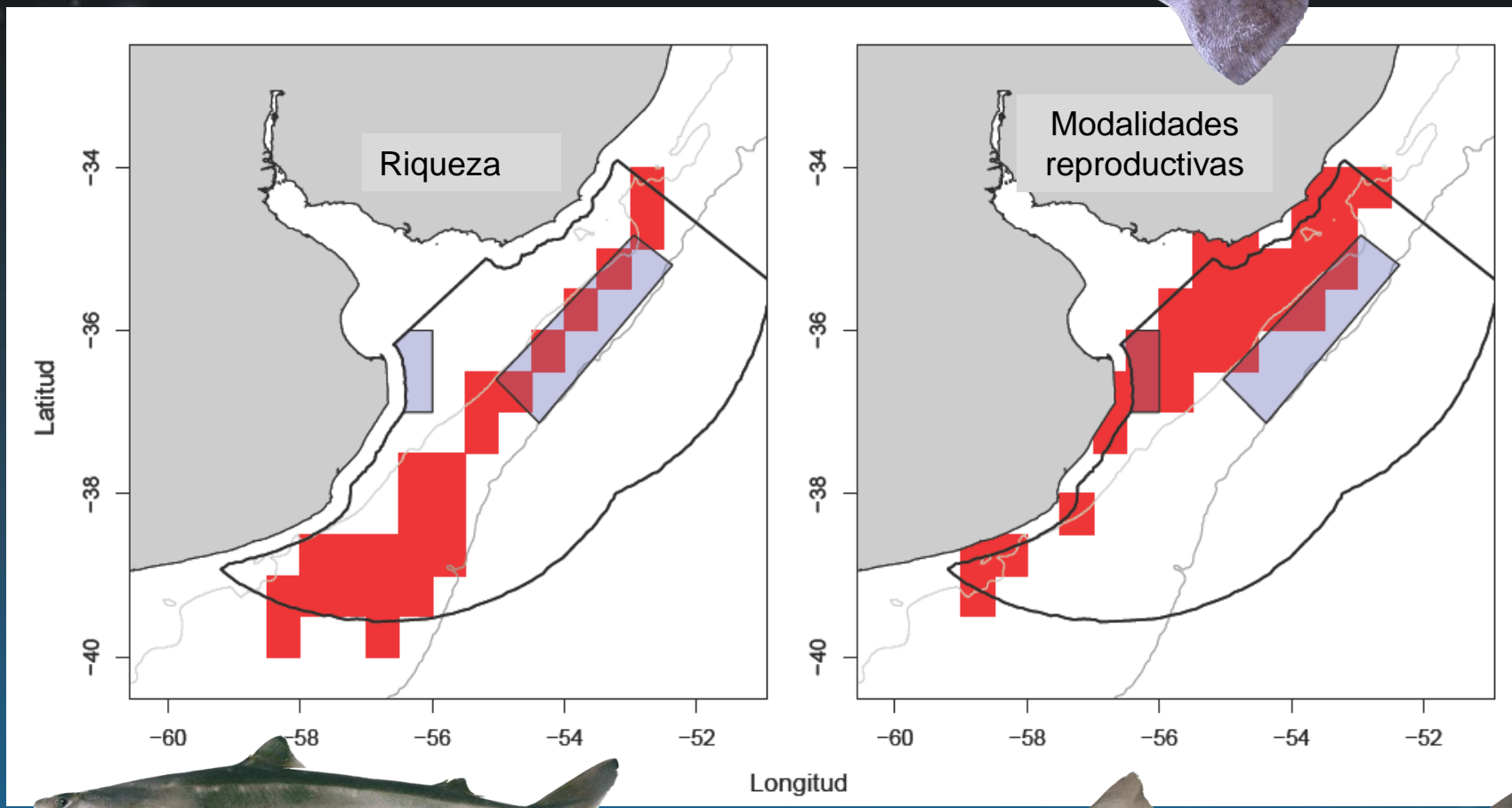
Modalidades reproductivas y variables ambientales



Áreas de veda vigentes año 2013

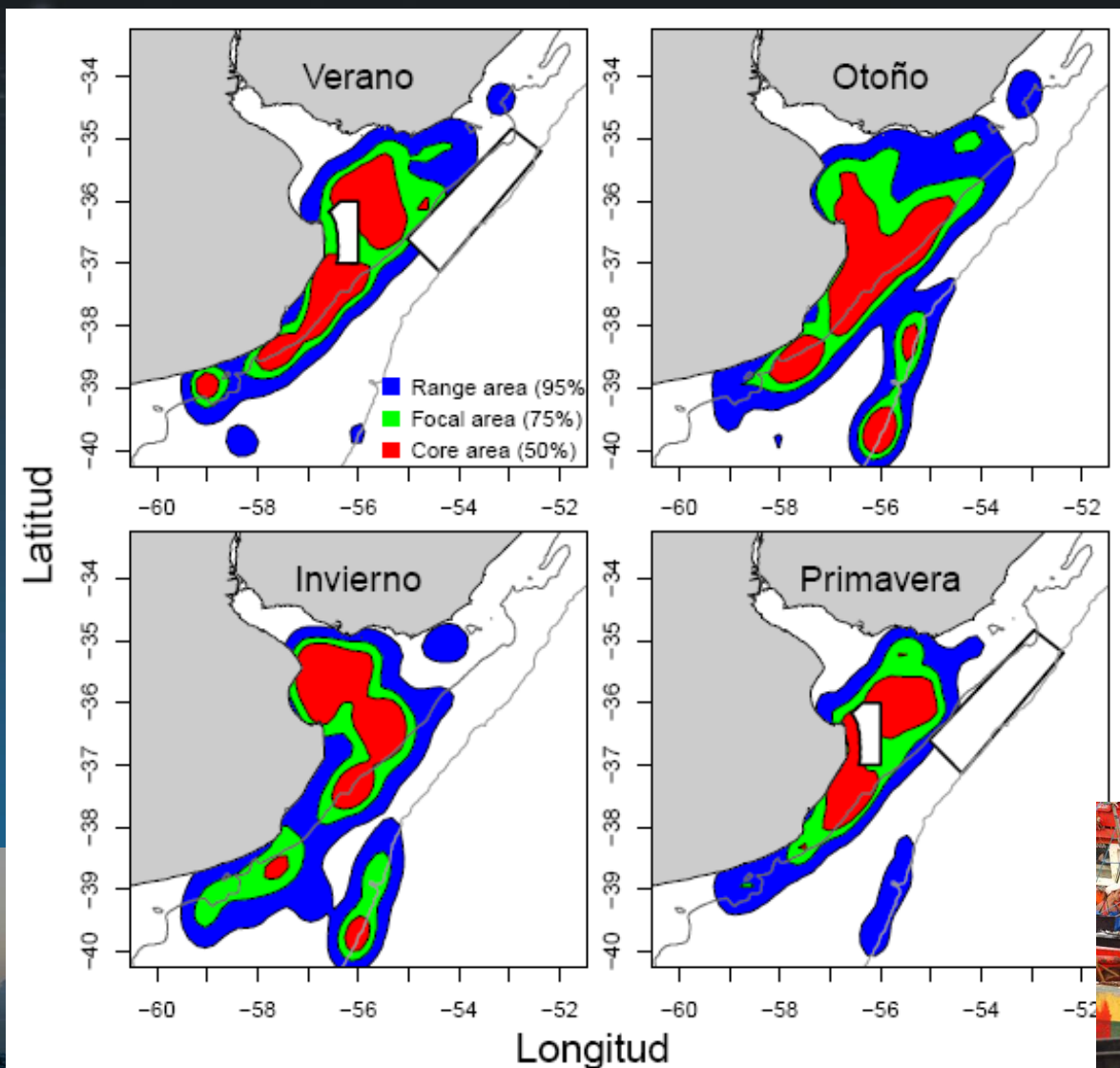


Superposición con áreas de veda



Unidades de distribución y concentración de flota

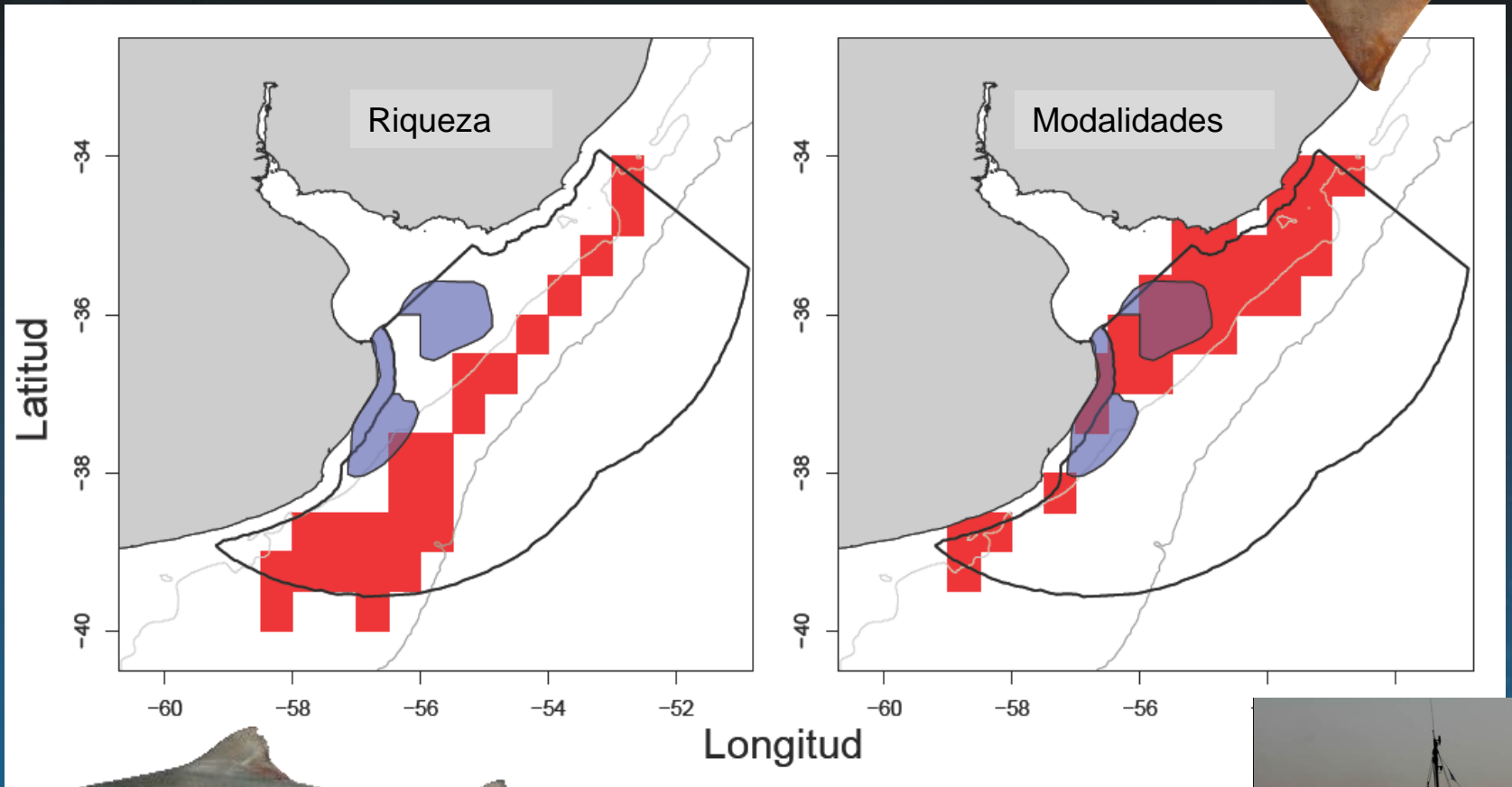
Los registros de posicionamiento satelital fueron transformados a una trama continua utilizando la **distribución de Densidad de Kernel** (Worton, 1989). Esta función permitió identificar áreas de distribución (95%) y concentración (50%) de registros. *Datos: SIOP (INIDEP.)*



Vel: 2-4 nudos
1 registro/hora
(promedio)



Superposición con la concentración de flota en primavera



Conclusiones...



La riqueza funcional de condriictios en el Área del Tratado (~35 spp), es inferior (~50%) al listado de especies en bibliografía actual.


La riqueza específica de condriictios está relacionada con la profundidad (Paesch *et al.*, 2014) y es máxima en el ecotono entre la región “costera” y de “altura.”

A diferencia de la riqueza, el mayor número de modalidades reproductivas, en particular vivíparas, se observa a profundidades menores de 50 m.

El área de veda para la protección de condriictios se caracteriza por moderada riqueza de especies pero alto número de modalidades reproductivas.

Las áreas de veda de merluza establecidas en el Área del Tratado, además de disminuir la presión sobre las especies “de altura”, podría tener un efecto positivo sobre los condriictios vivíparos costeros que se dirigen hacia aguas profundas durante los meses de invierno a fin de maximizar los costos energéticos de la gestación (e.g. *Mustelus schmitti*, Cortés *et al.*, 2011; *Squatina guggenheim*, Vögler *et al.*, 2008).

Muchas gracias....



Material
suplementario

La 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).

DIVERSIDAD

Family: poisson

Link function: log

Formula: divers ~ s(prof, bs = "cr", k = 5, fx = T) + s(temp.int, bs = "cr", k = 5, fx = T) + s(sal.int, bs = "cr", k = 5, fx = T)

edf Ref.df Chi.sq p-value

s(prof) 4 4 37.155 1.67e-07 ***

s(temp.int) 4 4 7.844 0.0975 .

s(sal.int) 4 4 47.927 9.77e-10 ***

R-sq.(adj) = 0.36 Deviance explained = 41.2%

UBRE score = -0.10827 Scale est. = 1 n = 499

Dispersion2d

[1] 0.7791938

MODOS REPRODUCTIVOS

Family: poisson

Link function: log

Formula: nro_modo_rep ~ s(prof, bs = "cr", k = 5, fx = T) + s(temp.int, bs = "cr", k = 5, fx = T) + s(sal.int, bs = "cr", k = 5, fx = T)

edf Ref.df Chi.sq p-value

s(prof) 4 4 12.924 0.0117 *

s(temp.int) 4 4 3.651 0.4553

s(sal.int) 4 4 28.270 1.1e-05 ***

R-sq.(adj) = 0.487 Deviance explained = 49.7%

UBRE score = -0.58274 Scale est. = 1 n = 499

Dispersion2m

[1] 0.3341461

| Class | Family | Species | Reproductive mode | Reference |
|-------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Holocephali | Callorhynchidae | <i>Callorhynchus callorhynchus</i> | oviparous seasonal | Di Giacomo and Perrier, 1994 |
| Batoidea | Myliobatidae | <i>Dasyatis hypostigma</i> | viviparous histotrophic | Ruocco, 2012. |
| Batoidea | Myliobatidae | <i>Myliobatis goodei</i> | viviparous histotrophic | Ruocco, 2012. |
| Batoidea | Myliobatidae | <i>Myliobatis ridens</i> | viviparous histotrophic | Ruocco, 2012. |
| Batoidea | Torpedinidae | <i>Torpedo puelcha</i> | viviparous lecithotrophic | Colonello, obs. pers. |
| Batoidea | Narcinidae | <i>Discopyge tschudii</i> | viviparous lecithotrophic | García, 1984. |
| Batoidea | Rhinobatidae | <i>Rhinobatos horkelii</i> | viviparous lecithotrophic | Lessa et al., 1986. |
| Batoidea | Rhinobatidae | <i>Zapteryx brevirostris</i> | viviparous lecithotrophic | Colonello et al., 2011. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Atlantoraja castelnaui</i> | oviparous seasonal | Colonello et al., 2012a. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Atlantoraja cyclophora</i> | oviparous annual | Oddone and Vooren, 2005. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Atlantoraja platana</i> | oviparous annual | Oddone and Vooren, 2005 |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Bathyraja albomaculata</i> | oviparous annual | Scenna, 2011. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Bathyraja brachyurops</i> | oviparous annual | Scenna, 2011. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Bathyraja griseocauda</i> | oviparous annual | Scenna, 2011. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Bathyraja macloviana</i> | oviparous annual | Scenna, 2011. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Bathyraja magellanica</i> | oviparous annual | Scenna, 2011. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Bathyraja multispinis</i> | oviparous annual | Scenna, 2011. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Bathyraja scaphiops</i> | oviparous annual | Scenna, 2011. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Psammobatis bergi</i> | oviparous seasonal | Mabragaña, 2007. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Psammobatis extenta</i> | oviparous seasonal | Mabragaña, 2007. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Psammobatis normani</i> | oviparous annual | Mabragaña, 2007. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Psammobatis rudis</i> | oviparous annual | Mabragaña, 2007. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Rioraja agassizi</i> | oviparous seasonal | Colonello et al., 2007a. |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Sympterygia acuta</i> | oviparous seasonal | Bukowski and Maruscak, 2013 |
| Batoidea | Arhynchobatidae | <i>Sympterygia bonapartii</i> | oviparous seasonal | Mabragaña et al., 2002. |
| Batoidea | Rajidae | <i>Amblyraja doellojuradoi</i> | oviparous annual | Delpiani (unpublished data). |
| Batoidea | Rajidae | <i>Zearaja chilensis</i> | oviparous annual | Colonello and Cortés, 2012. |
| Batoidea | Rajidae | <i>Dipturus trachyderma</i> | oviparous annual | Colonello, obs. pers. |
| Selachii | Odontaspidae | <i>Carcharias taurus</i> | viviparous adelphotrophic | Lucifora et al., 2002. |
| Selachii | Triakidae | <i>Galeorhinus galeus</i> | viviparous lecithotrophic | Lucifora et al., 2004. |
| Selachii | Triakidae | <i>Mustelus schmitti</i> | viviparous histotrophic | Galíndez et al., 2010. |
| Selachii | Hexanchidae | <i>Notorynchus cepedianus</i> | viviparous lecithotrophic | Lucifora et al., 2005. |
| Selachii | Scyliorhinidae | <i>Schroederichthys bivius</i> | oviparous annual | Menni et al., 1979. |
| Selachii | Sphyrnidae | <i>Sphyrna zygaena</i> | viviparous placentotrophic | Ebert and Stehmann, 2013. |
| Selachii | Squalidae | <i>Squalus acanthias</i> | viviparous lecithotrophic | Colonello et al., 2012b. |
| Selachii | Squalidae | <i>Squalus mitsukurii</i> | viviparous lecithotrophic | Oddone et al., 2011. |
| Selachii | Squatinae | <i>Squatina argentina</i> | viviparous lecithotrophic | Gruber da Silva, 1996. |
| Selachii | Squatinae | <i>Squatina guggenheim</i> | viviparous lecithotrophic | Colonello et al., 2007b. |

