INIDEP

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PESQUERO

# INFORME DE INVESTIGACIÓN

| Número | Páginas | Fecha de aprobación |
|---|---|---|
| 094 | 14 | 06 NOV 2015 |

Dirección: DIRECCIÓN DE PESQUERIAS DEMERSALES

Programa / Gabinete: Pesquerías de Condrictios

Actividad: COND. 18

## ECOLOGÍA TRÓFICA DE LA RAYA HOCICUDA *Zearaja chilensis* (ELASMOBRANCHII: RAJIDAE) EN EL ATLANTICO SUDOCCIDENTAL (35°S-54°S).

En el presente trabajo se determinó la composición de la dieta, el nivel trófico y las posibles variaciones en relación a la talla, sexo, edad de madurez, profundidad y región de la raya hocicuda *Zearaja chilensis* en el Atlántico Sudoccidental (35°S-54°S), a través del análisis de contenidos estomacales. De 776 ejemplares analizados, 671 (86.46%) entre 180 y 1190 mm de longitud total (LT) presentaron presas en sus estómagos. La dieta estuvo dominada por peces, principalmente la nototenia *Patagonotothen ramsayi* y la merluza común *Merluccius hubbsi*. Los modelos lineales generalizados, a través del método de modelado de múltiples hipótesis y teoría de la información, reflejaron variaciones regionales y cambios ontogénicos en la dieta. El consumo de peces y cangrejos se incrementó con la LT *Z. chilensis* y fueron presas más importantes en la región norte del 41°S que en el sur. Los isópodos y otros crustáceos fueron más consumidos en el sur, y la importancia en la dieta disminuyó con la LT del predador. El nivel trófico de *Z. chilensis* se incrementó con la LT de 4,29 a 4,59 (media 4,53), confirmando su rol ecológico de predador tope. La partición de hábitat (índice de co-ocurrencia) y de recurso trófico (índice de Schöener) fue máxima entre las rayas pequeñas y grandes, y mínima entre las medianas y grandes. Al analizar las mandíbulas, se registró una heterodoncia sexual en los ejemplares adultos la cual debe estar relacionada con el comportamiento reproductivo debido a que no se encontraron diferencias sexuales en la dieta.

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

**SOLICITADO POR** — Institución: INIDEP — Cargo:

**PREPARADO POR**

Firma:

Nombre: BELLEGGIA, MAURO

Firma:

Nombre: CORTES, FEDERICO

Firma:

Nombre: MASSA, ANA MARIELA

**APROBADO POR**

Jefe de Programa / Gabinete

Director de área

Lic. PATRICIA A. MARTINEZ
A/C Dirección
Pesquerías Demersales

Director Nacional de Investigación

Dr. OTTO C. WÖHLER
DIRECTOR
Dirección Nacional de Investigación
INIDEP

Director del INIDEP

COPIA ELECTRONICA INIDEP

# ECOLOGÍA TRÓFICA DE LA RAYA HOCICUDA *Zearaja chilensis* (ELASMOBRANCHII: RAJIDAE) EN EL ATLANTICO SUDOCCIDENTAL (35°S-54°S).

Belleggia Mauro[1,2]; Cortes Federico[1]; Massa Ana[1]

1. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)
2. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

COPIA DE LECTURA INIDEP

## Introducción

El género *Zearaja* dentro de la familia Rajidae, presenta actualmente al menos tres especies válidas (Last & Gledhill, 2007). Los miembros del género *Zearaja* fueron clasificados siempre dentro del género *Dipturus* debido a sus semejanzas morfológicas (Nelson, 2006; Last & Gledhill, 2007). La raya hocicuda *Z. chilensis*, previamente asignada al género *Dipturus* se distribuye en Sudamérica en el Pacifico de Chile (30°15'-55° 13'S) y en el Atlántico Sudoccidental (34°35' - 55 °S) (Cousseau & Perrota, 2004; Last & Gledhill, 2007). En Argentina es una de las especies de raya más abundantes y la de mayor valor comercial (Massa *et al*., 2004; Patrucco *et al*., 2011). A pesar de que hubo pesca dirigida a la especie en ésta región (Colonello *et al*., 2002), actualmente *Z. chilensis* es capturada como *by-catch* (García de la Rosa *et al*., 2004, Massa *et al*., 2004; Buratti, 2004).

Las capturas de rayas en Argentina se han incrementado rápidamente, de menos de 1000 t en 1993, a 15000 t en 2001, y hasta 17465 t en 2003 (Massa *et al*., 2004). En el año 2014 se desembarcaron 16338 t de rayas (Minagri, 2015). La mayoría de las capturas fueron registradas bajo el nombre "rayas" hasta el año 2008, cuando en la estadística oficial nacional comienza a discriminarse a la raya hocicuda de la captura total de rayas (Sánchez *et al*., 2012). Sin embargo, los valores de captura específicos están subestimados principalmente debido a la confusión en la denominación común de la especie (Massa *et al*., 2011). Se encuentra catalogada como especie vulnerable por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Kyne *et al*., 2015). Las características intrínsecas de ésta especie como su lento crecimiento, gran longevidad (Licandeo, 2006; Zavatteri & Hozbor, 2010), retardada madurez sexual y gran tamaño (Oddone *et al.*, 2005; Quiroz *et al*., 2009; Collonelo & Cortés, 2014) la hacen extremadamente vulnerable a la explotación pesquera. Además, la disminución en abundancia de los stocks de rayas de gran tamaño y algunas evidencias de extinciones locales (Brander, 1981; Casey & Myers, 1998; Dulvy *et al.*, 2000), dirigió la atención de los estudios ecológicos especializados hacia las especies más grandes de rayas, las cuales son las más vulnerables de los peces marinos explotados (Dulvy *et al.*, 2000; Dulvy *et al.*, 2014).

Las rayas pueden desempeñar un papel muy importante en las redes tróficas demersales y en las comunidades bentónicas (Ebert & Bizzarro, 2007). En este sentido, el primer paso para determinar cómo pueden influir ecológicamente en la dinámica de una comunidad es conocer la composición y los cambios en la dieta (Heithaus *et al*., 2010). La dieta de *Z. chilensis*, estudiada en Argentina durante los años 1996-1998 entre los 41°S y 46°S, estaba compuesta principalmente por peces (Lucifora *et al*., 2000; Koen Alonso *et al.* 2001). Sin embargo, dada su amplia distribución en Sud América es necesario un trabajo integrador, analizando material de todo su rango de distribución. A pesar de que los predadores tope en los ecosistemas marinos juegan un papel importante en la estructuración de las comunidades de peces e invertebrados de niveles tróficos inferiores (Heithaus *et al*., 2010), hasta el momento el nivel trófico de *Z. chilensis* fue únicamente estimado indirectamente (Ebert & Bizzarro, 2007), haciendo necesario comprender el rol trófico de esta especie y de esta manera el impacto que las capturas pueden tener en la comunidad. En este contexto, la dieta de *Z. chilensis* fue cuantificada por medio del análisis de los contenidos estomacales. Los objetivos del trabajo fueron: (1) determinar la composición de la dieta de *Z. chilensis* en Atlántico Sudoccidental (35°S-54°S), (2) evaluar el efecto de la talla, el sexo, la madurez sexual, la profundidad y la región en la dieta, (3) determinar el nivel trófico, y (4) examinar la dentición por sexos y madurez sexual.

Materiales y métodos

Muestreo

Los ejemplares de *Z. chilensis* fueron recolectados en cinco campañas de investigación desarrolladas por el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) entre los años 2011 y 2013 (EH04/11, EH03/12, EH04/12, EH06/12, EH04/14). El área de estudio abarcó gran porción de la Plataforma Continental Argentina, entre los 35°S y 54°S, y entre 40 y 293 m de profundidad (Figure 1). De cada ejemplar se registró el sexo, la longitud total (LT, mm) y el estadío de madurez sexual siguiendo los criterios de Walker (2005) y Colonello *et al*. (2011): Los machos fueron clasificados en juveniles o adultos según el desarrollo de los claspers y los testículos, mientras que las hembras fueron clasificadas en base al desarrollo de las glándulas oviductales, úteros y ovarios. Para poder describir las variaciones en la dieta con la talla, los ejemplares de *Z. chilensis* fueron agrupados en tres clases: pequeños (LT ≤ 450 mm), medianos (451 ≤ LT ≤ 699 mm) y grandes (LT ≥ 700 mm). Posteriormente, los estómagos fueron extraídos, rotulados y preservados en bolsas plásticas para su posterior tratamiento en el laboratorio.

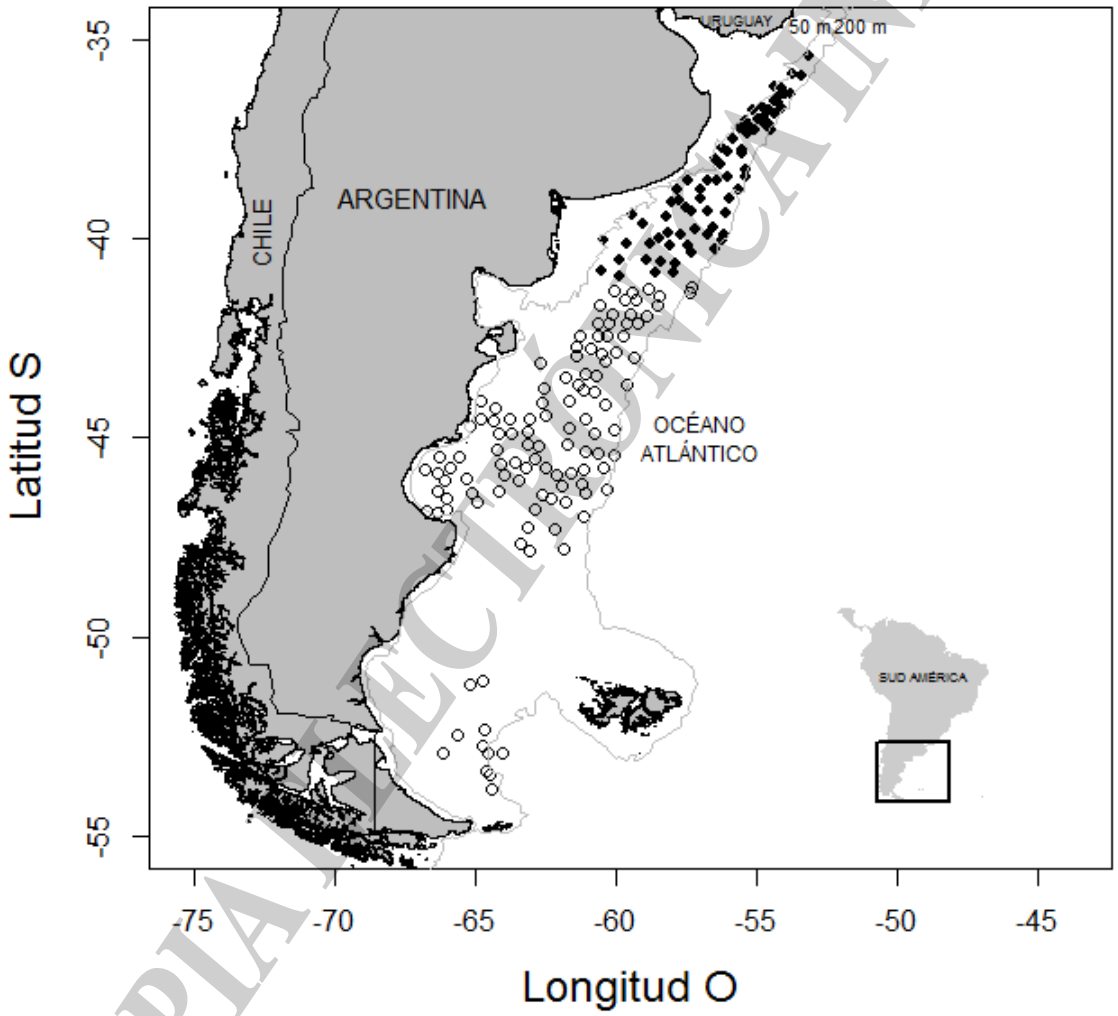


**Figura 1** Mapa del área de estudio indicando los lances de pesca de cada región (círculos sólidos: región norte, círculos claros: región sur) de donde se recolectaron los ejemplares de *Zearaja chilensis* para estudiar su dieta.

Análisis de la composición de la dieta

En el laboratorio los estómagos fueron examinados y las presas identificadas hasta el nivel taxonómico más bajo posible utilizando claves taxonómicas (Bastida & Torti, 1973; Menni *et al.*, 1984; Hobson & Banse 1981) y guías de campo (Boschi *et al*., 1992: Cousseau & Perrota, 2004). Los ítems presa fueron contados, pesados con una precisión de 0,01gr, y agrupados en siete

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

grupos presa: peces, cangrejos, isópodos, otros crustáceos, cefalópodos, poliquetos y otros invertebrados.

La composición de la dieta fue cuantificada calculando para cada presa y grupo presa el porcentaje de Frecuencia de Ocurrencia (%F, el porcentaje de números de estómagos en los cuales una presa determinada i fue encontrada con respecto al número total de estómagos con alimento), porcentaje en Peso (%P, porcentaje del peso de una presa determinada i con respecto al peso total de todas las presas) y porcentaje en Número (%N, porcentaje del número de individuos de la presa i en relación con el número total de presas). Con estos índices se calculó el índice de importancia relativa (IRI; Pinkas *et al*., 1971): IRI= %Fx(%N+%P) que luego se expresó en porcentaje (%IRI; Cortés, 1997).

Las hipótesis de que la dieta de *Z. chilensis* varía con la longitud total, el sexo, el estadío de madurez sexual, la profundidad y la región fueron evaluadas con Modelos Lineales Generalizados (MLGs) y la selección de múltiples hipótesis por teoría de la información (Venables & Ripley, 2002). El conteo de los grupos presa más importantes de *Z. chilensis* (peces, cangrejos, isópodos, otros crustáceos) fueron utilizados como variable dependiente. Este tipo de variable numérica presenta muchos ceros y varianzas mucho más grandes que las medias, por lo que asumimos una distribución binomial negativa de los errores y función de enlace logarítmica (*link*= *log*) (Crawley, 2005). Las variables independientes incluidas en los MLGs fueron: LT (mm), sexo, estadio de madurez (juveniles, adultos), profundidad y región (Norte-Sur). Para detectar alguna relación curvilínea entra la LT y el consumo de alguna presa, se ajustaron MLGs incluyendo un término cuadrático de LT ($LT^2$) como variable independiente. Los modelos se ajustaron con todas las combinaciones posibles de dos variables independientes. También se ajustó un modelo teórico sin ninguna variable independiente (modelo nulo) para evaluar la hipótesis de que ninguna de las variables analizadas tiene un efecto sobre el consumo de una presa particular (Lucifora *et al.*, 2009). El modelo con el menor Criterio de Información de Akaike (CIA) fue seleccionado como el mejor y comparado ante el resto utilizando el Peso de Akaike (w) (Crawley, 2005). El valor de w brinda una estimación de la probabilidad del modelo ajustado a los datos y varía entre 0 (mal ajuste) y 1 (buen ajuste) (Franklin *et al*., 2001; Johnson & Omland, 2004; Crawley, 2005). Todos los análisis se desarrollaron con el lenguaje abierto R 3.1.2 (http://www.R-project.org).

El nivel trófico (NT) fue calculado para la raya hocicuda *Z. chilensis*, así como para cada clase de talla, basándose en el %IRI de los ítems presa siguiendo la metodología propuesta por Cortés (1999):

$$NT = 1 + \left(\sum_{i=1}^{n} P_i \times Nt_i\right)$$

donde P*i* y Nt*j* es la proporción de cada presa en la dieta y el nivel trófico de cada presa, respectivamente. Los NTj fueron tomados de la literatura (Ebert & Bizarro, 2007; Vögler *et al*. 2008; Ainley & Pauly, 2014, FishBase, 2015; Sea Around Us, 2015). Se calcularon los NT medios y los intervalos de confianza de 95% mediante el método de bootstrap con 100 repeticiones de los datos. Los valores medios de NT entre los diferentes clases de talla fueron comparados mediante test de Student (Crawley, 2005).

La partición del recurso y la partición de hábitat entre las clases de talla de *Z. chilensis* fueron evaluadas graficando el índice solapamiento de nicho de Schöener (Schöener, 1970) versus el porcentaje de coocurrencia de cada clase de talla (Lopez-Lopez *et al*., 2011). El índice de Schöener se calculó según la fórmula $S=1-0.5x\Sigma(|pXi-pYi|)$, donde pX*i* y pY*i* representan la proporción de cada ítem presa i (%IRI) en la dieta de cada clase de talla X e Y, respectivamente (Schöener, 1970). El porcentaje de coocurrencia fue calculado como el número de lances de pesca en donde las clases de talla X e Y fueron capturadas simultáneamente dividido por el número total de lances de pesca en los cuales alguna de esas dos clases de talla fue capturada.

Finalmente, las mandíbulas de ejemplares juveniles y adultos de ambos sexos fueron extraídas, lavadas cuidadosamente y disecadas para analizar la dentición. Las diferencias en la morfología externa de los dientes y su deposición entre sexos y estadíos de madurez fue determinada y descripta.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Resultados

Un total de 776 ejemplares de *Zearaja chilensis* fueron analizados, de los cuales 671 (86,47%) que variaron entre 180 a 1190 mm LT (Figura 2) tuvieron presas en sus estómagos. La distribución de tallas fue significativamente diferente entre regiones (Kolmogorov-Smirnov test: D= 0,19, p < 0,001) (Figura 2). Las distribuciones de talla de machos y hembras no presentaron diferencias en el norte (K-S test: D= 0,15, p> 0,01) ni en el sur (K-S test: D= 0,10, p > 0,01) (Figura 2). Además, las distribuciones de talla de de machos y hembras fueron diferentes entre regiones (hembras K-S test, D=0,19, p < 0,001; machos K-S test: D= 0,21, p < 0,001) (Figura 2), con machos y hembras más grandes en la región norte (machos t-test, t = 3,71, p < 0,001; hembras t-test, t= 3,21, p < 0,001).

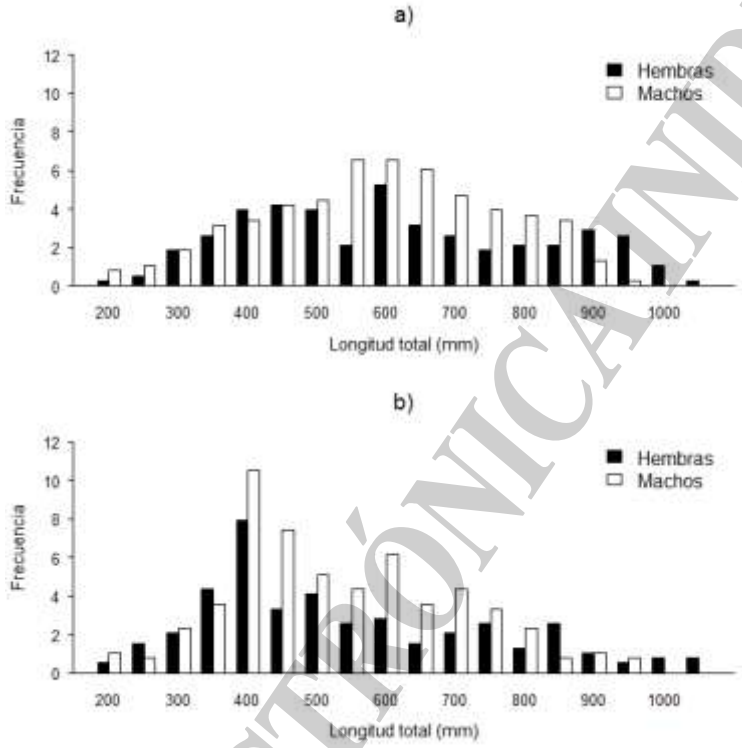


**Figura 2** Frecuencia de distribución de tallas de los ejemplares de *Zearaja chilensis* de a) región norte y b) región sur, utilizados para estudiar su dieta. Hembras: barras negras, Machos: barras blancas.

Los peces fueron el grupo presa más importante de *Z. chilensis* (Tabla 1). La nototenia *Patagonotothen ramsayi* y la merluza común *Merluccius hubbsi* fueron los peces identificados más consumidos. Los grupos presa secundarios en orden decreciente de importancia fueron los cangrejos, otros crustáceos, isópodos, cefalópodos, otros invertebrados y poliquetos (Tabla 1). Los ejemplares pequeños de *Z. chilensis* se alimentaron de peces seguidos por isópodos, principalmente *Acanthoserolis schythei* (Tabla 1). A pesar de que los ejemplares medianos y grandes se alimentaron principalmente de peces, los primeros consumieron principalmente nototenias *P. ramsayi*, mientras que los grandes merluza común *M. hubbsi* (Tabla 1). El canibalismo y el consumo de otras rayas fue observado en ejemplares medianos y grandes (Tabla 1).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

**Tabla 1** Composición de la dieta de *Zearaja chilensis* en la plataforma continental argentina. La dieta fue cuantificada para el total de ejemplares analizados (general) y para las tres clases de talla consideradas (pequeños, medianos, grandes), y expresada como el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%F), porcentaje en peso húmedo (%P), porcentaje en número (%N) y porcentaje de índice de importancia relativa (%IRI).

| Ítems Presa | | General | | | | Pequeños | | | | Medianos | | | | Grandes | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | %F | %P | %N | %IRI | %F | %P | %N | %IRI | %F | %P | %N | %IRI | %F | %P | %N | %IRI |
| **Peces** | | **67,36** | **87,98** | **29,71** | **87,98** | **29,12** | **51,92** | **4,34** | **51,92** | **78,89** | **89,07** | **53,47** | **89,07** | **85,50** | **90,53** | **75,06** | **90,53** |
| Scyliorhinidae | *Schroederichthys bivius* | 0,30 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | - | - | - | - | 0,35 | 0,19 | 0,16 | 0,19 | 0,50 | 0,02 | 0,26 | 0,02 |
| Narcinidae | *Discopyge tschudii* | 0,15 | 1,26 | 0,04 | 1,26 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,50 | 2,06 | 0,26 | 2,06 |
| Rajidae | *Zearaja chilensis* | 0,15 | 0,82 | 0,04 | 0,82 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,50 | 1,34 | 0,26 | 1,34 |
| | Rajidae unidentified | 2,24 | 1,26 | 0,66 | 1,26 | - | - | - | - | 1,73 | 0,17 | 0,81 | 0,17 | 5,00 | 1,96 | 2,60 | 1,96 |
| Arhynchobatidae | Bathyraja spp. | 0,15 | 0,09 | 0,04 | 0,09 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,50 | 0,14 | 0,26 | 0,14 |
| Congridae | *Bassanago albescens* | 0,30 | 1,65 | 0,09 | 1,65 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,00 | 2,68 | 0,52 | 2,68 |
| Merlucciidae | *Merluccius hubbsi* | 8,20 | 25,19 | 3,48 | 25,19 | 1,65 | 23,68 | 0,24 | 23,68 | 8,30 | 15,74 | 4,68 | 15,74 | 14,00 | 30,44 | 12,21 | 30,44 |
| | *Macruronus magellanicus* | 0,15 | 0,54 | 0,04 | 0,54 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,50 | 0,87 | 0,26 | 0,87 |
| Ophidiidae | *Raneya brasiliensis* | 1,64 | 1,95 | 0,53 | 1,95 | - | - | - | - | 1,73 | 2,96 | 0,97 | 2,96 | 3,00 | 1,56 | 1,56 | 1,56 |
| | *Genypterus blacodes* | 0,15 | 0,28 | 0,04 | 0,28 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,50 | 0,46 | 0,26 | 0,46 |
| Congiopodidae | *Congiopodus peruvianus* | 0,15 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,50 | 0,08 | 0,26 | 0,08 |
| Agonidae | *Agonopsis chiloensis* | 0,30 | 0,12 | 0,09 | 0,12 | 0,55 | 1,21 | 0,08 | 1,21 | 0,35 | 0,17 | 0,16 | 0,17 | - | - | - | - |
| Carangidae | *Trachurus lathami* | 0,15 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,50 | 0,02 | 0,26 | 0,02 |
| Cheilodactylidae | *Cheilodactylus bergi* | 0,30 | 2,12 | 0,09 | 2,12 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,00 | 3,46 | 0,52 | 3,46 |
| Zoarcidae | *Iluocoetes fimbriatus* | 0,60 | 0,40 | 0,18 | 0,40 | - | - | - | - | 0,35 | 0,46 | 0,16 | 0,46 | 1,50 | 0,41 | 0,78 | 0,41 |
| Bovichtidae | *Cottoperca gobio* | 0,30 | 2,07 | 0,13 | 2,07 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,00 | 3,37 | 0,78 | 3,37 |
| Nototheniidae | *Dissostichus eleginoides* | 0,15 | 0,19 | 0,04 | 0,19 | - | - | - | - | 0,35 | 0,58 | 0,16 | 0,58 | - | - | - | - |
| | *Patagonotothen ramsayi* | 16,54 | 31,43 | 8,76 | 31,43 | 6,59 | 12,92 | 1,26 | 12,92 | 21,45 | 43,97 | 17,29 | 43,97 | 18,50 | 26,23 | 19,74 | 26,23 |
| Trichiuridae | *Trichiurus lepturus* | 0,30 | 0,68 | 0,09 | 0,68 | - | - | - | - | 0,35 | 0,02 | 0,16 | 0,02 | 0,50 | 1,11 | 0,26 | 1,11 |
| Paralichthyidae | *Xystreurys rasile* | 0,30 | 0,82 | 0,09 | 0,82 | - | - | - | - | 0,35 | 1,24 | 0,16 | 1,24 | 0,50 | 0,66 | 0,26 | 0,66 |
| | Paralichthyidae no ident. | 0,15 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,50 | 0,02 | 0,26 | 0,02 |
| | Actinopterygii no ident. | 41,43 | 16,97 | 15,05 | 16,97 | 19,78 | 14,22 | 2,76 | 14,22 | 51,90 | 23,58 | 28,76 | 23,58 | 46,00 | 13,62 | 33,51 | 13,62 |
| **Cangrejos** | | **11,48** | **3,68** | **4,31** | **3,68** | **4,40** | **2,05** | **0,79** | **2,05** | **11,07** | **4,07** | **6,30** | **4,07** | **18,50** | **3,60** | **12,73** | **3,60** |
| Atelecyclidae | *Peltarion spinosulum* | 5,37 | 2,12 | 2,16 | 2,12 | 0,55 | 0,10 | 0,24 | 0,10 | 4,84 | 2,29 | 3,07 | 2,29 | 10,50 | 2,20 | 7,01 | 2,20 |
| Platyxanthidae | *Platyxanthus crenulatus* | 0,15 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | - | - | - | - | 0,35 | 0,07 | 0,16 | 0,07 | - | - | - | - |
| Majidae | *Libidoclaea granaria* | 5,96 | 1,40 | 1,89 | 1,40 | 3,85 | 1,92 | 0,47 | 1,92 | 5,88 | 1,67 | 2,91 | 1,67 | 8,00 | 1,21 | 4,94 | 1,21 |
| | Majidae no ident. | 0,75 | 0,13 | 0,22 | 0,13 | 0,55 | 0,03 | 0,08 | 0,03 | 0,35 | 0,05 | 0,16 | 0,05 | 1,50 | 0,19 | 0,78 | 0,19 |
| **Otros Crustáceos** | | **25,63** | **2,79** | **34,02** | **2,79** | **50,55** | **16,33** | **51,89** | **16,33** | **20,76** | **2,76** | **13,89** | **2,76** | **10,00** | **1,63** | **7,53** | **1,63** |
| Galatheidae | Munida spp. | 5,22 | 0,68 | 2,99 | 0,68 | 7,14 | 3,56 | 2,60 | 3,56 | 5,88 | 0,89 | 3,55 | 0,89 | 2,50 | 0,32 | 3,38 | 0,32 |
| Galatheidae | *Munida subrugosa* | 1,79 | 0,49 | 0,75 | 0,49 | 3,30 | 3,33 | 0,71 | 3,33 | 1,38 | 0,37 | 0,81 | 0,37 | 1,00 | 0,32 | 0,78 | 0,32 |
| Paguridae | *Pagurus gaudichaudii* | 0,15 | 0,19 | 0,04 | 0,19 | - | - | - | - | 0,35 | 0,57 | 0,16 | 0,57 | - | - | - | - |
| Nephropidae | *Thymops birsteini* | 0,15 | 0,20 | 0,04 | 0,20 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,50 | 0,32 | 0,26 | 0,32 |
| Squillidae | *Pterygosquilla armata* | 1,34 | 0,30 | 0,00 | 0,30 | 3,30 | 1,74 | 0,00 | 1,74 | 0,69 | 0,16 | <0,01 | 0,16 | 0,50 | 0,24 | 0,00 | 0,24 |
| Euphausiidae | *Euphausia spp.* | 5,81 | 0,10 | 14,57 | 0,10 | 18,13 | 1,77 | 24,29 | 1,77 | 2,08 | 0,01 | 3,72 | 0,01 | - | - | - | - |
| Hyperiidae | *Themisto gaudichaudii* | 3,87 | 0,06 | 11,80 | 0,06 | 13,74 | 1,09 | 21,06 | 1,09 | 0,35 | <0,01 | 0,16 | <0,01 | - | - | - | - |
| Sergestidae | *Peisos petrunkevitchii* | 0,15 | <0,01 | 0,04 | <0,01 | 0,55 | 0,06 | 0,08 | 0,06 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Solenoceridae | *Pleoticus muelleri* | 1,64 | 0,38 | 0,57 | 0,38 | 2,75 | 0,61 | 0,47 | 0,61 | 0,69 | 0,35 | 0,48 | 0,35 | 2,00 | 0,37 | 1,04 | 0,37 |
| Pandalidae | *Austropandalus grayi* | 1,79 | 0,05 | 0,70 | 0,05 | - | - | - | - | 2,42 | 0,07 | 1,62 | 0,07 | 2,50 | 0,04 | 1,56 | 0,04 |
| | *Pandalopsis ampla* | 0,15 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,55 | 0,16 | 0,08 | 0,16 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Caridea no ident. | 0,30 | <0,01 | 0,09 | <0,01 | 0,55 | 0,01 | 0,08 | 0,01 | 0,35 | <0,01 | 0,16 | <0,01 | - | - | - | - |
| | Crustáceos no ident. | 7,00 | 0,34 | 2,38 | 0,34 | 13,74 | 4,03 | 2,52 | 4,03 | 6,92 | 0,32 | 3,23 | 0,32 | 1,00 | 0,02 | 0,52 | 0,02 |
| **Isópodos** | | **19,67** | **2,15** | **29,71** | **2,15** | **50,00** | **29,15** | **41,80** | **29,15** | **12,11** | **1,73** | **22,46** | **1,73** | **3,00** | **0,03** | **1,56** | **0,03** |
| Serolidae | Acanthoserolis spp. | 3,43 | 0,11 | 1,80 | 0,11 | 7,69 | 0,95 | 1,89 | 0,95 | 2,42 | 0,15 | 2,42 | 0,15 | 1,00 | 0,01 | 0,52 | 0,01 |
| Serolidae | *Acanthoserolis schythei* | 15,65 | 1,96 | 26,80 | 1,96 | 42,31 | 27,20 | 38,56 | 27,20 | 8,65 | 1,51 | 18,90 | 1,51 | 1,50 | 0,01 | 0,78 | 0,01 |
| Cirolanidae | Cirolana spp. | 2,83 | 0,08 | 1,10 | 0,08 | 6,59 | 1,05 | 1,34 | 1,05 | 2,08 | 0,06 | 1,13 | 0,06 | 0,50 | 0,01 | 0,26 | 0,01 |
| **Cefalópodos** | | **2,53** | **1,97** | **0,79** | **1,97** | **2,20** | **0,26** | **0,32** | **0,26** | **2,77** | **0,65** | **1,45** | **0,65** | **2,50** | **2,83** | **1,30** | **2,83** |
| Omastrephidae | *Illex argentinus* | 0,89 | 1,56 | 0,31 | 1,56 | - | - | - | - | 0,69 | 0,20 | 0,48 | 0,20 | 2,00 | 2,43 | 1,04 | 2,43 |
| Loliginidae | *Loligo* spp. | 0,75 | 0,36 | 0,22 | 0,36 | 1,10 | 0,14 | 0,16 | 0,14 | 0,69 | 0,33 | 0,32 | 0,33 | 0,50 | 0,39 | 0,26 | 0,39 |
| Octopodidae | *Pulpo* spp. | 0,15 | <0,01 | 0,04 | <0,01 | - | - | - | - | 0,35 | <0,01 | 0,16 | <0,01 | - | - | - | - |
| Sepiolidae | *Semirrosia* spp. | 0,15 | <0,01 | 0,04 | <0,01 | 0,55 | 0,01 | 0,08 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Cefalópodos no ident. | 0,60 | 0,04 | 0,18 | 0,04 | 0,55 | 0,11 | 0,08 | 0,11 | 1,04 | 0,11 | 0,48 | 0,11 | - | - | - | - |
| **Poliquetos** | | **2,68** | **0,08** | **1,10** | **0,08** | **4,40** | **0,20** | **0,79** | **0,20** | **3,11** | **0,04** | **2,10** | **0,04** | **0,50** | **0,10** | **0,52** | **0,10** |
| Chaetopteridae | *Chaetopterus* spp. | 0,15 | 0,06 | 0,09 | 0,06 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,50 | 0,10 | 0,52 | 0,10 |
| Terebellidae | *Lanice* spp. | 0,45 | 0,01 | 0,13 | 0,01 | - | - | - | - | 1,04 | 0,02 | 0,48 | 0,02 | - | - | - | - |
| Onuphidae | Onuphidae no ident. | 0,15 | <0,01 | 0,09 | <0,01 | - | - | - | - | 0,35 | <0,01 | 0,32 | <0,01 | - | - | - | - |
| Onuphidae | *Onuphis dorsalis* | 0,15 | <0,01 | 0,04 | <0,01 | - | - | - | - | 0,35 | <0,01 | 0,16 | <0,01 | - | - | - | - |
| Glyceridae | Glyceridae no ident. | 0,15 | <0,01 | 0,04 | <0,01 | - | - | - | - | 0,35 | <0,01 | 0,16 | <0,01 | - | - | - | - |
| Eunicidae | Eunicidae no ident. | 0,15 | <0,01 | 0,09 | <0,01 | - | - | - | - | 0,35 | <0,01 | 0,32 | <0,01 | - | - | - | - |
| | Polychaeta tubo | 0,15 | <0,01 | 0,04 | <0,01 | 0,55 | 0,06 | 0,08 | 0,06 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Polychaeta no ident. | 1,49 | 0,01 | 0,57 | 0,01 | 3,85 | 0,14 | 0,71 | 0,14 | 1,04 | 0,01 | 0,65 | 0,01 | - | - | - | - |
| **Otros invertebrados** | | **1,19** | **1,35** | **0,35** | **1,35** | **0,55** | **0,10** | **0,08** | **0,10** | **0,69** | **1,68** | **0,32** | **1,68** | **2,50** | **1,28** | **1,30** | **1,28** |
| Hydrozoa | Hydrozoa | 0,30 | 0,01 | 0,09 | 0,01 | 0,55 | 0,10 | 0,08 | 0,10 | 0,35 | <0,01 | 0,16 | <0,01 | - | - | - | - |
| Myxinidae | Myxinidae huevos | 0,15 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,50 | 0,01 | 0,26 | 0,01 |
| Volutidae | *Adelomelon ancilla* | 0,30 | 0,45 | 0,09 | 0,45 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,00 | 0,74 | 0,52 | 0,74 |
| Volutidae | *Odontocymbiola magellanica* | 0,30 | 0,87 | 0,09 | 0,87 | - | - | - | - | 0,35 | 1,68 | 0,16 | 1,68 | 0,50 | 0,51 | 0,26 | 0,51 |
| Tunicata | Ascidiacea | 0,15 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,50 | 0,03 | 0,26 | 0,03 |
| **N total (n con contenido estomacal)** | | 776 (671) | | | | 211 (182) | | | | 335 (289) | | | | 230 (200) | | | |
| **Rango de Longitud total** | | 180-1190 mm LT | | | | 180-450 mm LT | | | | 451-699 mm LT | | | | 700-1190 mm LT | | | |
| **Nivel Trófico** | | 4,53 (4,52-4,53) | | | | 4,29 (4,27-4,32) | | | | 4,42 (4,41-4,43) | | | | 4,59 (4,58-4,6) | | | |

Los cambios ontogénicos en la dieta, junto con variaciones entre regiones, fueron también detectadas con los MLGs. El consumo de peces y cangrejos se incrementó con la LT de *Z. chilensis* y fueron grupos presa más importantes en el norte que en el sur (Figura 3, Tabla 2). Los isópodos y otros crustáceos fueron más consumidos en la región sur, y su consumo disminuyó con la LT de *Z. chilensis* (Figura 3, Tabla 2).

**Tabla 2** Mejores modelos que explican el consumo de los grupos presa más importantes por *Zearaja chilensis*. Son presentados el intercepto y los parámetros con sus errores estándar (en paréntesis), y el peso del Criterio de Información de Akaike (*w*) de cada modelo.

| Grupo presa | Intercepto | Parámetros | *w* |
|---|---|---|---|
| Peces | -3,73 (0,51) | 0,009 (1,5x10$^{-4}$)LT - 5,5x10$^{-6}$ (1,1x10$^{-6}$) LT$^2$ - 0,23 (0,08) Sur | 0.99 |
| Cangrejos | -2,98 (0,43) | 0,002 (6x10$^{-4}$)LT - 1,23 (0,27) Sur | 0.99 |
| Isópodos | 3,07 (0,46) | -0,011 (9,2x10$^{-4}$)LT + 2,59 (0,27) Sur | 0.60 |
| Otros Crustáceos | 3,13 (0,40) | -0,007 (7x10$^{-4}$)LT + 0,73 (0,21) Sur | 0.99 |

COPIA ELECTRONICA INIDEP

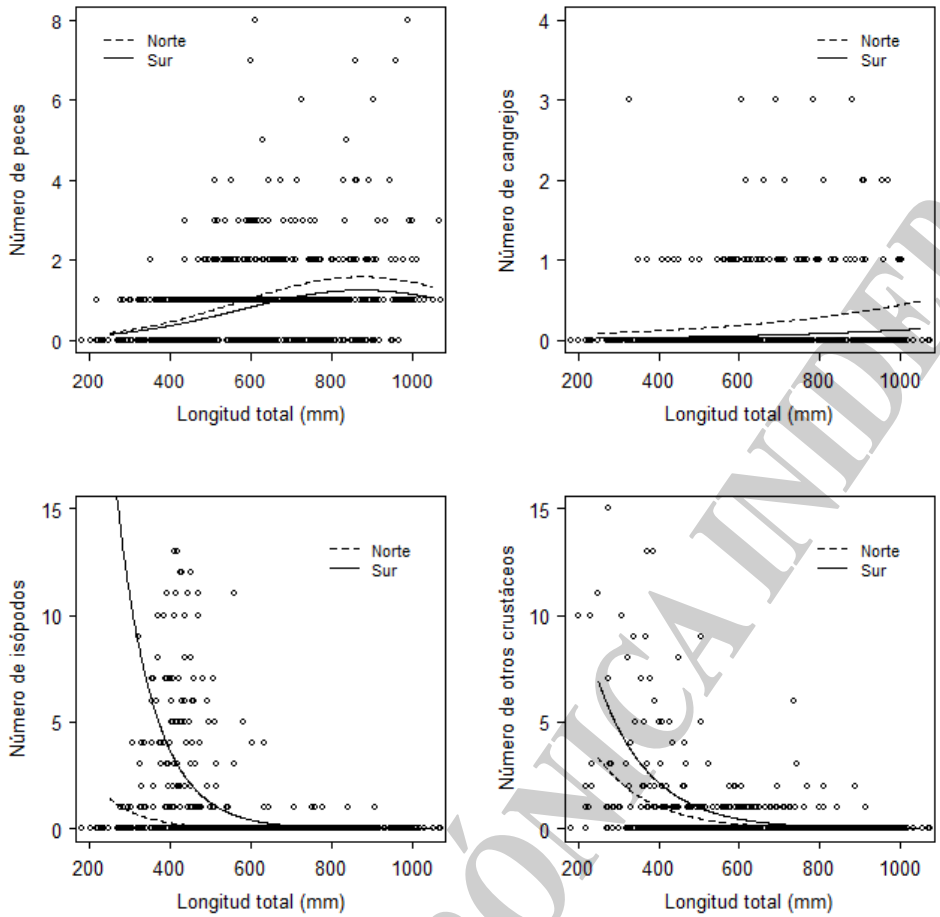


Figura 3 Modelos Lineales Generalizados (MLGs) ajustados para el número de grupos presa más importantes de *Zearaja chilensis*, en función de la longitud total del predador y de la región. Los MLGs tienen función de enlace logarítmica y distribución de error binomial negativa.

El nivel trófico (NT) de *Z. chilensis* fue 4,53 (intervalo de confianza 95%: 4,52-4,53). Entre las clases de talla de *Z. chilensis* el NT fue incrementándose progresivamente de 4,29 (intervalo de confianza 95%: 4,27-4,32) a 4,42 (intervalo de confianza 95%: 4,41-4,43), y 4,59 (intervalo de confianza 95%: 4,58-4,60) en pequeños, medianos y grandes, respectivamente (Figura 4).

El solapamiento de dieta y de hábitat observado entre los ejemplares de las clases de talla pequeña y grande fue bajo (0,53 y 28,14%, respectivamente) (Figura 5). Los ejemplares de *Z. chilensis* medianos presentaron el mayor solapamiento de hábitat con las clases pequeñas (40,25%) y grandes (39,52%) (Figura 5). Sin embargo, el grado de solapamiento de dieta entre los ejemplares de *Z. chilensis* de clases de talla pequeña y mediana fue bajo (0,49), en relación con el mayor solapamiento registrado entre los ejemplares medianos y grandes (0,64) (Figura 5).

Se encontraron diferencias entre sexos en la dentición de los ejemplares de *Z. chilensis* adultos (Figura 6). La forma de los dientes de las hembras y machos maduros son claramente distintas, con cúspides más alargadas y en punta en los machos (Figura 6). Los dientes de los juveniles no presentan variaciones entre sexos (Figura 6).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

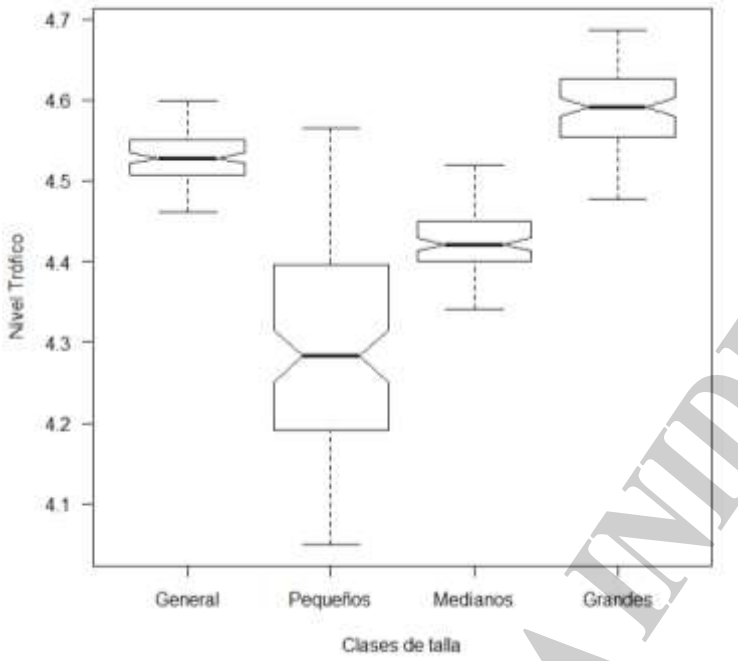


**Figura 4** Boxplot para los niveles tróficos remuestreados de *Zearaja chilensis* general y cada clase de talla. El corte en "V" a cada lado de los diagramas de cajas brinda evidencia de la diferencia significativa entre las medias cuando no se superponen.

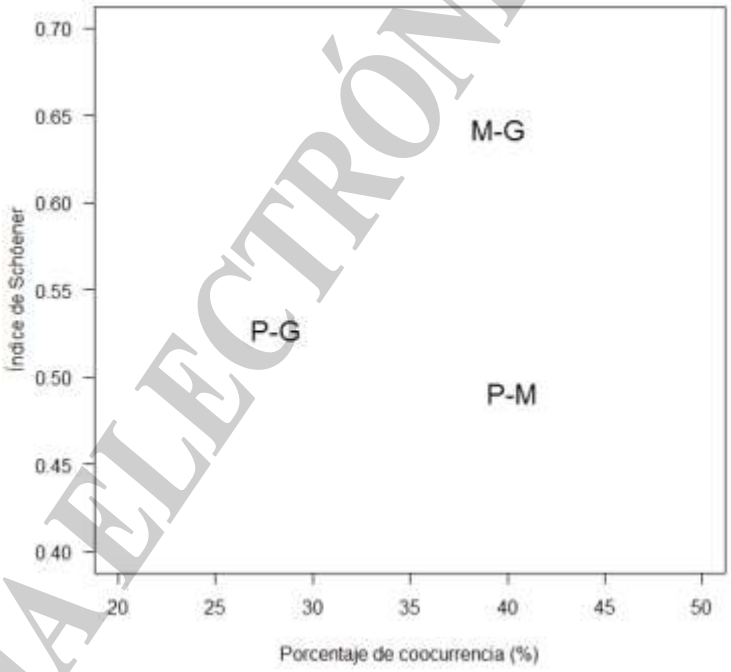


**Figura 5** Índice de Schöener de solapamiento de nicho versus el porcentaje de coocurrencia entre las diferentes clases de talla (P: pequeños (LT ≤ 450 mm), M: medianos (451 ≤ LT ≤ 699 mm) y G: grandes (LT ≥ 700 mm)), para representar el solapamiento de dieta y hábitat.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

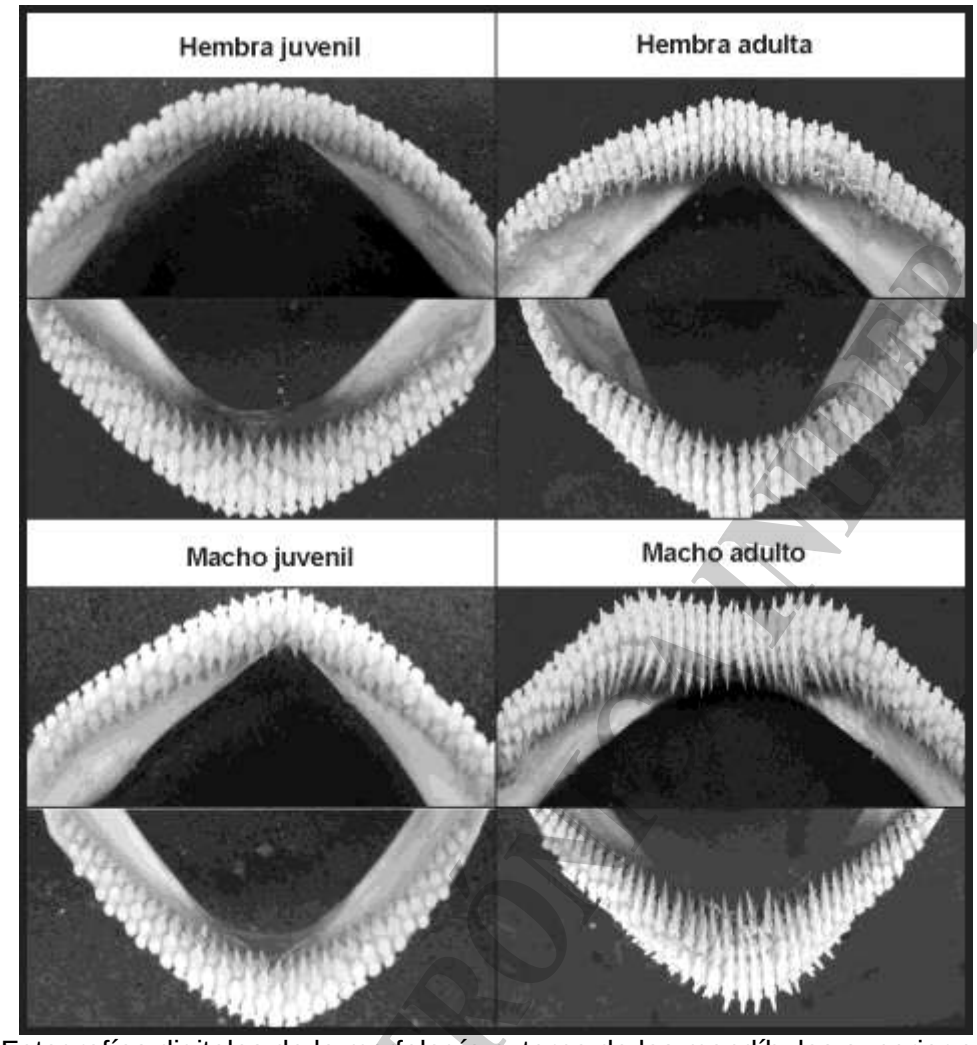


**Figura 6** Fotografías digitales de la morfología externa de las mandíbulas superior e inferior en ambos sexos y estadíos de madurez sexual de *Zearaja chilensis*, en la plataforma continental Argentina. Hembra juvenil: 685 mm LT, Macho juvenil: 542 mm LT, Hembra adulta: 1055 mm LT, y Macho adulto: 905 mm LT.

COPIA EL ECOPORTAL INIDEP

Discusión

La raya hocicuda *Z. chilensis* en el Atlántico sudoccidental es una especie ictiófaga que se alimenta principalmente de peces demersales, principalmente la nototenia *Patagonotothen ramsayi* y la merluza común *Merluccius hubbsi*. Los ejemplares *Z. chilensis* pequeños también se alimentaron de presas bentónicas, principalmente de los isópodos *Acanthoserolis schythei*. La dieta basada en peces se corresponde con trabajos previos realizados en otras especies de rayas hocicudas del género *Dipturus* que alcanzan tallas similares en Tasmania (Treloar *et al.,* 2007), Nueva Zelanda (Forman & Dunn, 2012), o Sudáfrica (Ebert *et al.*, 1991). Por otro lado, la dieta de rayas hocicudas con tallas más pequeñas como *D. polyommata* (Kyne *et al*., 2008), *D. cerva* y *D. lemprieri* (Treloar *et al*., 2007), o incluso también de tallas similares a *Z. chilensis* como *D. oxyrinchus* en el Mar Mediterráneo (Mulas *et al.*, 2015), estaban compuestas principalmente por crustáceos. Debido a la gran importancia de los peces en la dieta, a los cambios ontogénicos y a su elevado nivel trófico detectado en el presente trabajo, *Z. chilensis* juega un rol muy importante en las comunidades demersales y bentónicas del Atlántico sudoccidental.

En esta región, dos trabajos previos analizaron los hábitos alimenticios de *Z. chilensis* a partir de ejemplares capturados en buques comerciales dirigidos a la pesca de vieira *Zigochlamys patagonica* (Lucifora *et al*., 2000) y merluza común *Merluccius hubbsi* (Koen Alonso *et al*., 2001). Los autores identificaron como presas importantes peces pelágicos y el calamar *Illex argentinus*, generalmente con cortes y marcas que indican corresponderse con el descarte de los barcos y

posteriormente fueron aprovechados por la raya hocicuda *Z. chilensis*. En Nueva Zelanda, *D. innominatus* también presenta hábitos carroñeros alimentándose de cabezas, colas y restos esqueléticos de peces, usualmente pelágicos (Forman & Dunn, 2012). Los peces identificados en el presente trabajo provienen de ejemplares recolectados en buques de investigación pesquera y en ningún caso fueron reconocidos como descartes de buques comerciales. Estos resultados proporcionan otra visión de la dieta de *Z. chilensis* quien se alimenta principalmente de peces demersales y bentónicos. Sin embargo, la dieta podría variar en tiempo y espacio de acuerdo a la ubicación de las flotas comerciales, abasteciendo a *Z. chilensis* de alimento en regiones con alta actividad pesquera.

La raya hocicuda *Z. chilensis* presentó cambios ontogénicos en su dieta. Los isópodos y los pequeños crustáceos disminuyeron en importancia con el incremento de talla del predador. Por otro lado, el consumo de peces y cangrejos aumentó con la LT. Los cambios ontogénicos en la dieta fueron demostradas en muchas especies de rayas (Orlov, 1998; Brickle *et al*., 2003; Barbini *et al*., 2010) y constituyen un fenómeno generalizado en los condrictios (Heithaus, 2004). En general, algunas especies de rayas presentan una transición de pequeños crustáceos bentónicos a crustáceos más grandes con exoesqueletos más robustos, mientras que otras consumen más peces (Treloar *et al.,* 2007). Los resultados del presente trabajo indicaron que *Z. chilensis* presenta una combinación, incrementando el consumo de cangrejos y peces, lo que estaría relacionado con los cambios en la capacidad de búsqueda de alimento, incremento en la velocidad de natación y apertura de la boca. Por otra parte, los cambios en la dieta asociados con el tamaño corporal también evidencian cómo los recursos de un área determinada son particionados, minimizando la competencia por el alimento cuando es escaso entre individuos de la misma especie (Ebert & Ebert, 2005).

El nivel trófico (NT) de *Z. chilensis* estimado en el presente trabajo demostró su rol ecológico como predador tope. Los niveles tróficos de todas las clases de talla fueron mayores que 4, lo que confirma que toda la ontogenia fue consumidor terciario. Estos resultados reafirman que *Z. chilensis* ocupa un rol trófico similar a los mamíferos marinos como el lobo marino *Otaria flavescens* (Lucifora *et al*., 2000; Koen Alonso *et al*., 2001). Los estudios previos que analizaron los niveles tróficos de rayas hocicudas (*Dipturus*) y su ubicación en la red trófica indicaron que de 14 especies estudiadas, la mitad fueron consumidores terciarios, mientras que la otra mitad consumidores secundarios (Ebert & Bizzarro, 2007; Treolar *et al*., 2007; Mulas *et al*., 2015). En general, el tamaño del predador y el NT están positivamente correlacionados, registrándose en rayas de mayor tamaño mayor NT (Ebert & Bizzarro, 2007). Sin embargo, el NT de las *Z. chilensis* pequeñas podría estar sobrestimado, debido a que los isópodos fueron su presa más importante. El NT de los isópodos (3,18; Ebert & Bizzarro, 2007) puede influenciar y así sobrestimar el NT del predador. El comportamiento carroñero de anfípodos e isópodos da lugar a altas relaciones isotópicas (Hobson & Welch, 1992; Nyssen *et al*., 2002), y entonces altos niveles tróficos (Ebert & Bizzarro, 2007). Esto evidencia la importancia de perfeccionar y refinar los NT de las presas para determinar con exactitud los roles tróficos de los predadores.

El mayor solapamiento de hábitat y dieta fue observado entre las clases de talla medianos y grandes, mientras que el solapamiento de dieta fue mínimo entre los pequeños y medianos. Además, la partición de hábitat registró el máximo valor entre los pequeños y grandes. La partición de recursos alimentarios se produjo principalmente con las *Z. chilensis* pequeñas, que presentan dientes menos desarrollados y menor velocidad de natación, y constituyen la etapa más vulnerable del ciclo de vida, en contraste con los individuos medianos y grandes capaces de explotar diferentes tipos de presas. La partición de hábitat fue también más elevada en los individuos pequeños, que se encontraron segregados principalmente de los grandes, probablemente reduciendo la competencia por el alimento y el riesgo de ser detectado y/o atacado por predadores, incluyendo los caníbales. Durante la etapa temprana crítica en vida de *Z. chilensis*, la elevada partición del hábitat y la escasa superposición de recursos dieta con las clases de mayor tamaño podría aumentar la supervivencia, y afectaría positivamente el reclutamiento de los pequeños *Z. chilensis* en la población adulta. Por otro lado, considerando los índices de co-ocurrencia y de superposición de dieta, la competencia es probablemente mayor entre los ejemplares medianos y grandes.

La dentición de los ejemplares adultos de *Z. chilensis* mostró dimorfismo sexual, con cúspides más grandes y puntiagudas en los machos. El dimorfismo dentario sexual es

COPIA NO CONTROLADA

generalizado en los condrictios (Bigelow & Schroeder 1953; Herman at al., 1995; Sáez & Lamilla 1997; Braccini & Chiaramonte 2002; Scenna *et al*., 2006) y fue atribuido erróneamente en un principio a un forrajeo diferencial entre sexos, aliviando la competencia intraespecífica por el alimento (Feduccia & Slaughter, 1974). Sin embargo, el dimorfismo de los dientes en los machos adultos estaría relacionado con el comportamiento reproductivo y un aumento de la capacidad de sujeción de la boca durante el cortejo y la copula (McEachran 1977; Kajiura *et al*., 2000). Los resultados del presente trabajo mostraron que el dimorfismo sexual dentario en *Z. chilensis* no estuvo acompañado por diferencias sexuales en su dieta, lo que reafirma una relación con el comportamiento reproductivo y no con el alimentario.

Bibliografía


Ainley, D. G. & Pauly, D. (2014). Fishing down the food web of the Antarctic continental shelf and slope. *Polar Record* **50**, 92–107.

Barbini, S. A., Scenna, L. B., Figueroa, D. E., Cousseau, M. B. & Díaz de Astarloa, J. M. (2010). Feeding habits of the Magellan skate: effects of sex, maturity stage and body size on diet. *Hydrobiologia* **641**, 275–286.

Bastida, R. O. & Torti, M. R. (1973). Los Isópodos Serolidae en la Argentina. Clave para su reconocimiento. *Physis A* **32**, 19–46.

Bigelow, H. B. & Schroeder, W. C. (1953). *Fishes of the Western North Atlantic, Part 2. Sawfishes, Guitarfishes, Skates, Rays, and Chimaeroids*. 1st edn. Memoir of the Sears Foundation for Marine Research, New Haven, CT: Yale University.

Boschi, E. E., Fischbach, C. E. & Iorio, M. I. (1992). Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. *Frente Marítimo A* **10**, 7–94.

Braccini, J. M. & Chiaramonte, G. E. (2002). Intraspecific variation in the external morphology of the sand skate. *Journal of fish Biology* **61**, 959–972.

Brander, K. (1981). Disappearance of common skate *Raja batis* from Irish Sea. *Nature* **290 (5801)**, 48–49.

Brickle, P., Laptikhovsky, V., Pompert, J. & Bishop, A. (2003). Ontogenic changes in the feeding habits and dietary overlap between three abundant rajid species on the Falkland Islands' shelf. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **83**, 1119–1125.

Buratti, C. C. (2004). Fauna acompañante de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en la zona común de pesca argentino-Uruguaya y Mar argentino hasta 41°S, en 1994, 1999 y 2001. *Informe Técnico INIDEP* **10**, 1–90.

Casey, J. M. & Myers, R. A. (1998). Near extinction of a large, widely distributed fish. *Science* **281**, 690–692.

Colonello, J. H., Christiansen, E. H. & Macchi, G. J. (2011). Escala de madurez sexual para peces cartilaginosos de la Plataforma Continental Argentina. In *Contribuciones sobre biología, pesca y comercialización de tiburones en la Argentina Aportes para la elaboración del Plan de Acción Nacional* (Wöhler, O. C., Cedrola, P. & Cousseau, M. B., eds), pp. 115–128. Argentina, Buenos Aires: Consejo Federal Pesquero.

Colonello, 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. *Informe Técnico INIDEP* **107**, 1–13.

Colonello, J. H. & Cortés, F. (2014). Parámetros reproductivos de la raya *Dipturus chilensis* en el atlántico sudoccidental (34ºS-48ºS). *Informe Técnico INIDEP* **92**, 1–19.

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. & Perrota, R.G. (2004) *Peces Marinos de Argentina: Biología, Distribución y Pesca*. 2nd edn. Argentina, Mar del Plata: INIDEP.

Crawley, M. J. (2005). *Statistics: an introduction using R*, 1st edn. Chichester: Wiley.


COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

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

Dulvy, N. K., Fowler, S. L., Musick, J. A., Cavanagh, R. D., Kyne, P. M., Harrison, L. R., Carlson, J. K., Davidson, L. N., Fordham, S. V., Francis, M. P., Pollock, C. M., Simpfendorfer, C. A., Burgess, G. H, Carpenter, K. E., Compagno, L. J. V., Ebert, D. A., Gibson, C., Heupel, M. R., Livingstone, S. R., Sanciangco, J. C., Stevens, J. D., Valenti, S. & White W. T. (2014) Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife* **3**, e00590.

Ebert, D. A., Cowley, P. D. & Compagno, L. J. V. (1991). A preliminary investigation of the feeding ecology of skates (Batoidea: Rajidae) off the west coast of southern Africa. *South African Journal of Marine Science* **10**, 71–81.

Ebert, D. A. & Ebert, T. B. (2005). Reproduction, diet and habitat use of leopard sharks, *Triakis semifasciata* (Girard), in Humboldt Bay, California, USA. *Marine and Freshwater Research* **56**, 1089–1098.

Ebert, D. A. & Bizzarro, J. J. (2007). Standardized diet compositions and trophic levels of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). *Environmental Biology of Fishes* **80**, 221–237.

Feduccia, A. & Slaughter, B. H. (1974). Sexual dimorphism in skates (Rajidae) and its possible role in differential niche utilization. *Evolution*, **28**, 164–168.

FishBase (2015). Available at http://www.fishbase.org (último acceso 13 Mayo de 2015).

Forman, J. S. & Dunn, M. R. (2012). Diet and scavenging habits of the smooth skate *Dipturus innominatus*. *Journal of Fish Biology*, **80(5)**, 1546–1562.

Franklin, A. B., Shenk, T. M., Anderson, D. R. & Burnham, K. P. (2001). Statistical model selection: the alternative to null hypothesis testing. In: *Modeling In Natural Resource Management: Development, Interpretation, and Application* (Shenk, T. M. & Franklin, A. B., eds), pp. 75–90. Washington, DC: Island Press.

García de la Rosa, S., Sánchez, F. & Prenski, B. (2004). Caracterización biológica y estado de explotación de la raya (*Dipturus chilensis*). In: *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 4. Biología y evaluación del estado de explotación* (Sánchez, R. & Bezzi, S., eds), pp. 53–66. Argentina, Mar del Plata: Publicaciones especiales INIDEP.

Heithaus MR (2004). Predator–prey interactions. In: *Biology of sharks and their relatives* (Carrier, J. C., Musick, J. A. & Heithaus, M. R., eds), pp. 487–521. Boca Raton, FL: CRC Press.

Heithaus, M. R., Frid, A., Vaudo, J. J., Worm, B. & Wirsing, A. J. (2010). Unraveling the Ecological Importance of Elasmobranchs. In: *Sharks and Their Relatives II: Biodiversity, Adaptive Physiology, and Conservation* (Carrier, J. C., Musick, J. A. & Heithaus, M. R., eds) pp. 611–638. Boca Raton, FL: CRC Press.

Herman, J., Hovestadt-Euler, M., Hovestadt, D. C. & Stehmann, M. (1995). Part B: Batomorphii Nº 1b: Order Rajiformes- Suborder Rajoidei- Family: Rajidae-Genera and subgenera: *Bathyraja* (with a deep-water, shallow-water and transitional morphotype), *Psammobatis*, Raja (*Amblyraja*), Raja (*Dipturus*), Raja (*Leucoraja*), Raja (*Raja*), Raja (*Rajella*) (With two morphotypes), Raja (*Rioraja*), Raja (*Rostroraja*), *Raja lintea*, and *Sympterygia*. Contributions to the study of the comparative morphology of teeth and other relevant ichthyodorulites in living supra-specific taxa of condrichthyans fishes. *Bulletin de L´Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique Biologie* **65**, 237–307.

Hobson, K. A. & Welch, H. E. (1992). Determination of trophic relationships within a high Arctic marine food web using $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ analysis. *Marine Ecology Progress Series* **84**, 9–18.

Hobson, K. D. & Banse, K. (1981). Sedentariate and archiannelid polychaetes of British Columbia and Washington. *Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences* **209**, 1–144.

Johnson, J. B. & Omland, K. S. (2004). Model selection in ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution* **19**, 101–108

Kajiura, S. M., Sebastian, A. P. & Tricas, T. C. (2000). Dermal bite wounds as indicators of reproductive seasonality and behavior in the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina*. *Environmental Biology of Fishes* **58**, 23–31.

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.

COPIA NO CONTROLADA INIDEP

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(1)**, 61–77.

Kyne, P. M., Lamilla, J., Licandeo, R. R., San Martín, J. M., Stehmann, M. F. W. & McCormack, C. (2007). *Zearaja chilensis*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. Available at http://www.iucnredlist.org (último acceso 29 Junio de 2015).

Last, P. R. & Gledhill, D. C. (2007). The Maugean skate, *Zearaja maugeana* sp. nov. (Rajiformes: Rajidae) a micro-endemic, Gondwanan relict from Tasmanian estuaries. *Zootaxa* **1494**, 45–65.

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.

Lopez-Lopez, L., Preciado, I., Velasco, F., Olaso, I. & Gutiérrez-Zabala, J. L. (2011). Resource partitioning amongst five coexisting species of gurnards (Scorpaeniforme: Triglidae): Role of trophic and habitat segregation. Journal of Sea Research 66(2), 58–68.

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.

Lucifora, L. O., Garcia, V. B. & Escalante, A. H. (2009). How can the feeding habits of the sand tiger shark influence the success of conservation programs? *Animal Conservation* **12**, 291–301.

Mabragana, E. & Giberto, D. A. (2007). Feeding ecology and abundance of two sympatric skates, the shortfin sand skate *Psammobatis normani* McEachran, and the smallthorn sand skate *P. rudis* Gunther (Chondrichthyes, Rajidae), in the southwest Atlantic. ICES Journal of Marine Science 64, 1017–1027

Massa, A. M., Hozbor, N. M. & Patrucco, M. (2011). Denominación común de *Dipturus chilensis*. *Informe Asesoramiento y Transferencia INIDEP* **79**, 1–3.

Massa, A. M., Lucifora, L. O. & Hozbor, H. M. (2004). Condrictios de la Región Costera Bonaerense y Uruguaya. In: *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 4. Biología y evaluación del estado de explotación* (Sánchez, R. & Bezzi, S., eds), pp. 85–99. Argentina, Mar del Plata: Publicaciones especiales INIDEP.

McEachran, J. D. (1977). Reply to ¨Sexual Dimorphism in Skates (Rajidae)¨. *Evolution* **31**, 218–220.

Menni, R. C., Ringuelet, R. A. & Aramburu, R. H. (1984). *Peces marinos de la Argentina y Uruguay*. 1st edn. Argentina, Buenos Aires: Hemisferio Sur.

Minagri (2015). Available at http://www.minagri.gob.ar/site/pesca/pesca_maritima/02-desembarques/index.php (último acceso 30 Julio 2015).

Mulas, A., Bellodi, A., Cannas, R., Cau, A., Cuccu, D., Marongiu, M. F., Porcu, C. & Follesa, M. C. (2015). Diet and feeding behaviour of longnosed skate *Dipturus oxyrinchus*. *Journal of Fish Biology* **86**, 121–138.

Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the world*. 4th edn. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Nyssen, F., Brey, T., Lepoint, G., Bouquegneau, J. M., De Broyer, C. & Dauby, P. (2002). A stable isotope approach to the eastern Weddell Sea trophic web: focus on benthic amphipods. *Polar Biology* **25**, 280–287.

Oddone, M. C., Paesch, & Norbis W. L. (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 (1)**, 70–72.

Orlov, A. M. (1998). On feeding of mass species of deep-sea skates (*Bathyraja* spp., Rajidae) from the Pacific waters of the Northern Kurils and Southeastern Kamchatka. *Journal of Ichthyology* **38**, 635–644.

Patrucco, M., Massa, A. & Hozbor, N. M. (2011). Declaración de las exportaciones de rayas en Argentina. *Informe Asesoramiento y Transferencia INIDEP* **80**, 1–3.

Pinkas, L. M., Oliphant, S. & Iverson, I. L. K. (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. *California Fish and Game* **152**, 1-105.

COMERCIAL INIDEP

Quiroz, J. C., Wiff, R., & Céspedes, R. (2009). Reproduction and population aspects of the yellownose skate, *Dipturus chilensis* (Pisces, Elasmobranchii: Rajidae), from southern Chile. *Journal of Applied Ichthyology* **25**, 72–77.

Sáez, S. & Lamilla, J. (1997). Morfología de disposición de los dientes en una especie con heterodontia sexual: *Raja* (*Dipturus*) *chilensis* Guichenot, 1848. *Biología Pesquera* **26**, 25–41.

Sánchez, R.P., Navarro, G. & Rozycki, V., (2012). *Estadísticas de la Pesca Marina en la Argentina. Evolución de los desembarques 1898-2010*. 1st edn. Argentina, Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

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.

Schöener, T. W. (1970). Non-syncronous spatial overlap of Lizards in patchi habitats. Ecology 51, 408–418.

Sea Around US (2015). Sea Around US Project. Available at http://www.seaaroundus.org (último acceso 13 Mayo de 2015).

Treloar, A., Laurenson, L. J. B. & Stevens, J. D. (2007). Dietary comparisons of six skate species (Rajidae) in south-eastern Australian waters. *Environmental Biology of Fishes* **80**, 181–196.

Venables, W. N. & Ripley, B. D. (2002). *Modern applied statistics with S-Plus*. New York: Springer.

Vögler, R., Milessi, A. C. & Duarte, L. O. (2009). Changes in trophic level of *Squatina guggenheim* with increasing body length: relationships with type, size and trophic level of its prey. *Environmental Biology of Fishes* **84**, 41–52.

Walker, T. I. (2005). Reproduction in fisheries science. In *Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, Rays and Chimaeras* (Hamlett, W. C., ed), pp. 81–127. Enfield, NH: Science Publishers.

Zavatteri, A. & Hozbor, N. (2010). Estudio de edad y crecimiento de la raya hocicuda Dipturus chilensis (Guichenot, 1848) en el Atlántico Sudoccidental (34°-55°LS Y 52°-69°LW). *Informe de Investigación INIDEP* **77**, 1–18.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP