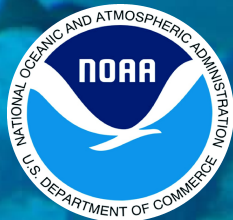


Composición de las dietas de peces en el Golfo Norte de California

Ainsworth, C.H., I.C. Kaplan, P.S. Levin, and M. Mangel
Editado por Hem Nalini Morzaria Luna



Desarrollamos las relaciones alimenticias y una red trófica preliminar en el Golfo Norte de California para parametrizar un modelo de ecosistema Atlantis (Cuadro 1). El análisis de la composición de la dieta se basó en estómagos de peces muestreados y analizados por investigadores del Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C. y de Conservación y Biodiversidad, A.C. en comunidades del Golfo Norte y en literatura existente.



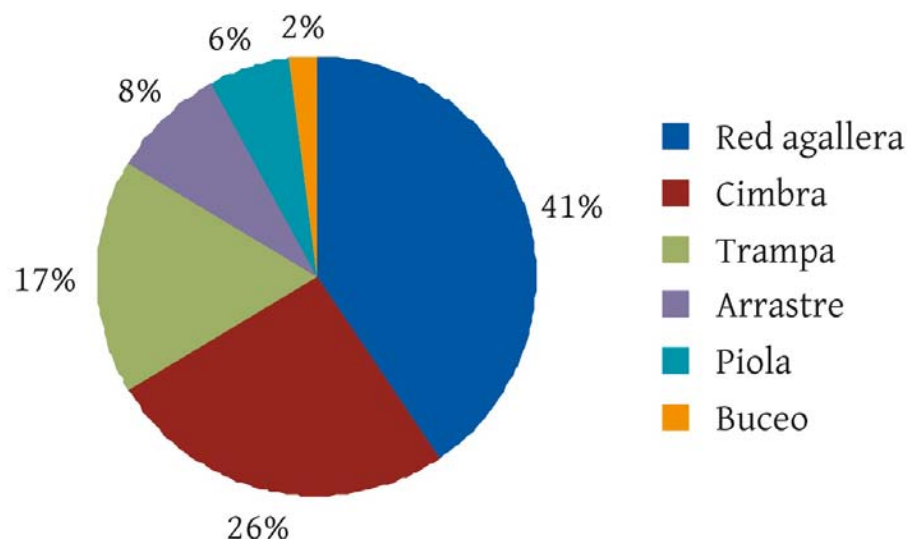
Los estómagos de peces fueron colectados entre Febrero y Agosto 2008

Cuadro 1. ¿Que es Atlantis?

Atlantis es una plataforma de modelaje espacialmente explícita que integra las dinámicas físicas, químicas, ecológicas y socioeconómicas. La base de Atlantis es un módulo biofísico tridimensional que sigue el flujo de nutrientes (ej. N y S) a través de los principales grupos biológicos del sistema. Otros módulos cubren los principales pasos del manejo adaptativo (industria, monitoreo, análisis, manejo e implementación). La resolución trófica es al nivel de grupo funcional. Una 'matriz de disponibilidad' describe las tasas de flujo de material entre grupos funcionales, al definir la contribución de cada tipo de presa a las dietas de depredadores y considerando los efectos dependientes de la densidad relacionados a las tasas de interacción, el modo de alimentación del depredador, el comportamiento de evasión de la presa, y otros factores. La matriz de disponibilidad es calculada utilizando el porcentaje de contribución de cada presa a la dieta del depredador tomado como un promedio anual en toda el área de estudio.

Los estómagos fueron obtenidos de una variedad de artes de pesca en varias localidades para reducir la correlación entre muestras. De los 444 estómagos muestreados, 209 tenían contenidos estomacales reconocibles.

Estómagos colectados por arte de pesca



Los estómagos de peces correspondientes a especies comerciales o comunes en la captura incidental en el Golfo Norte de California fueron obtenidas en mercados locales, directamente de pescadores, o capturados mediante un arte de arrastre (Ainsworth et al., datos no publicados). Los peces utilizados fueron capturados mediante artes de pesca, con y sin cebo y fueron congeladas antes de ser disectadas en el laboratorio. Las presas fueron identificadas a

nivel de grupo funcional (especies con similar papel trófico, morfología, comportamiento, fisiología y otras características de nicho) y pesados juntos. Las tasas de digestión o evacuación gástrica no fueron consideradas, así que es posible que la contribución de los organismos de cuerpo suave (ej. medusas) y organismos con alto contenido energético sea subestimada en relación a los organismos quitinosos (ej. crustáceos).



Taxa a los que pertenecieron las muestras con contenidos estomacales

Especie	Nombre común
<i>Atractoscion nobilis</i>	corvina cabaicucho
<i>Balistes polylepis</i>	cochito
<i>Calamus brachysomus</i>	pluma marotilla
<i>Caulolatilus affinis</i>	conejo
<i>Caulolatilus princeps</i>	pierna
<i>Dasyatis dipterura</i>	raya látigo diamante
<i>Epinephelus acanthistius</i>	baqueta
<i>Micropogonias megalops</i>	chano norteño
<i>Mycteroperca jordani</i>	baya
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	cabrilla de roca
<i>Raja inornata</i>	raya de California
<i>Scomberomorus sierra</i>	sierra del Pacífico
<i>Semicossyphus pulcher</i>	vieja Californiana
<i>Sphoeroides annulatus</i>	botete diana
<i>Cynoscion</i> spp.	corvinas
<i>Mustelus</i> spp.	cazones
<i>Paralabrax</i> spp.	cabrillas
<i>Paralichthys</i> spp.	lenguados
<i>Sphoeroides</i> spp.	botetes

Utilizamos un proceso de ajuste estadístico (Cuadro 2) para combinar los datos del estudio de campo con información de dietas disponible en FishBase, un repositorio global de información sobre dietas e historia de vida. Aunque la información de FishBase era usualmente de otras regiones, la comparación con el Golfo de California puede ser adecuada si se asumen similares proporciones depredador-presa y restricciones alimenticias fisiológicas entre ecosistemas.

En el análisis incluimos grupos funcionales representados por al menos 10 observaciones similares, ya sea estómagos con contenido estomacal en el caso de datos de campo o estudios individuales en FishBase, o una combinación de observaciones de campo y valores de la literatura. Utilizamos referencias de 60 estudios de FishBase, incluyendo 101 especies y 23 de los 27 grupos funcionales de peces en el modelo Atlantis. Los valores de dietas de FishBase fueron considerados como una sola observación de un estomago para que los datos de campo tuvieran mayor peso.

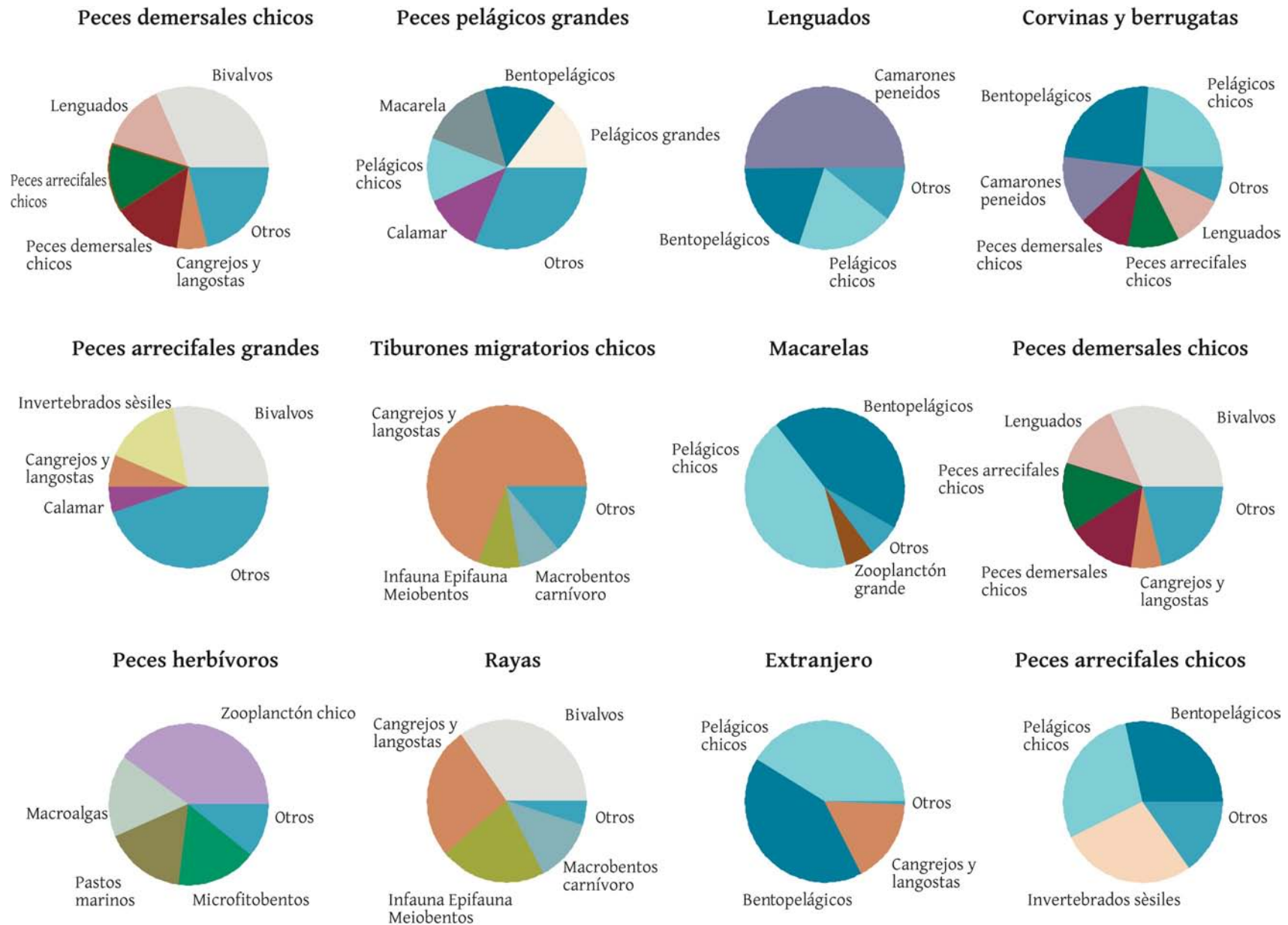


La diversidad (índice de Shannon-SW) de las presas generalmente aumenta con el número de especies representadas en el grupo funcional del depredador.

Grupo funcional	SW	Numero de grupos de presas	Numero de especies en el grupo depredador	Numero de registros de dietas
Peces pelágicos grandes	2.76	23	37	82
Peces arrecifales grandes	2.71	8	58	37
Peces demersales chicos	2.14	9	130	43
Corvinas y berrugas	2.02	19	29	40
Peces herbívoros	1.72	49	14	12
Peces arrecifales chicos	1.71	35	106	33
Rayas	1.58	20	23	24
Lenguados	1.34	28	33	9
Tiburones migratorios chicos	1.23	25	4	10
Macarela	1.2	17	5	20
Extranjero	1.07	25	2	21

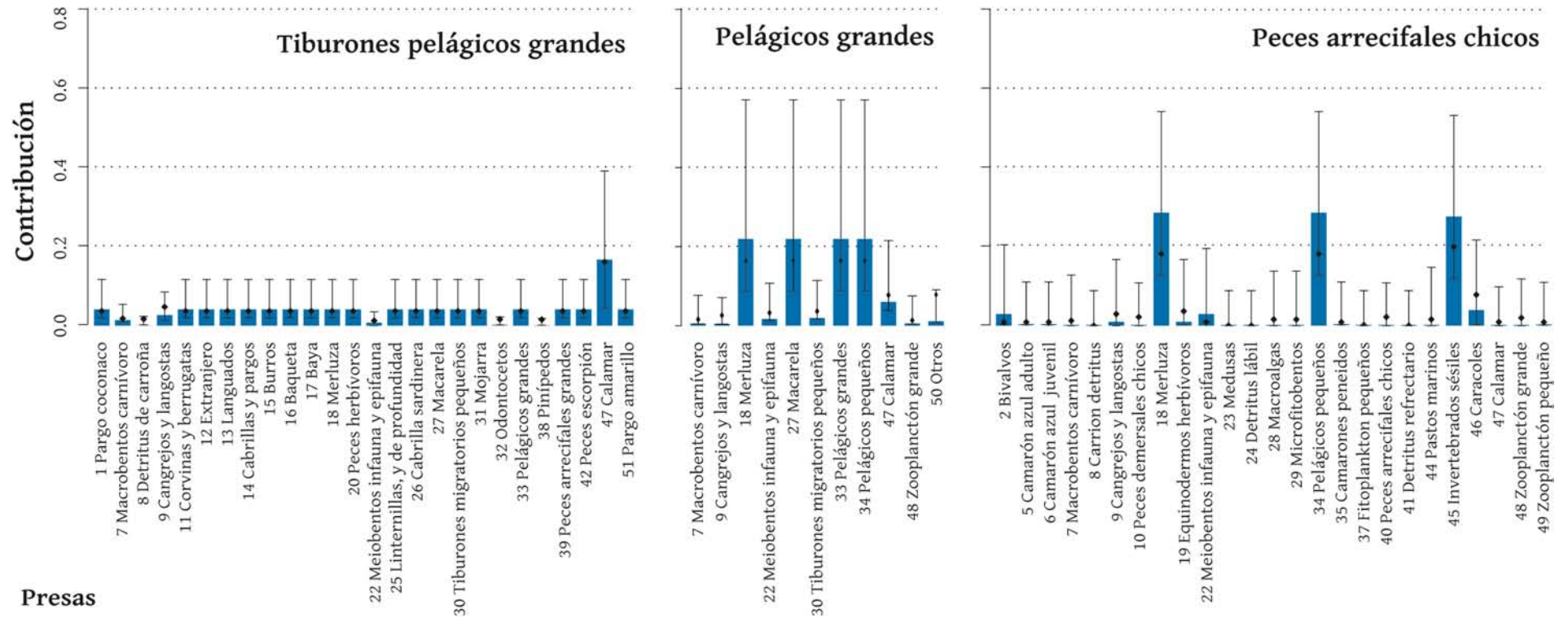
Cuadro 2. Análisis estadístico

El método estadístico utilizado consistió en el re-muestreo por bootstrapping de los contenidos estomacales para crear distribuciones estadísticas que describen la probable contribución de cada presa a la dieta del depredador. Tanto el depredador como la presa fueron analizados al nivel de grupo funcional de Atlantis. Para cada depredador se ajustó una función probabilística (una función Dirichlet). Después estimamos un valor de máxima verosimilitud representado la contribución de cada presa a la dieta del depredador. Este método estadístico minimiza la importancia de los eventos poco comunes (estómagos llenos de una sola presa debidos a alimentación oportunista sobre presas con distribución espacial en parches, o cuando una presa potencialmente importante es rara en los estómagos de los depredadores), así que puede ser un método más robusto de analizar datos con menos observaciones. Este método también permite la estimación de un intervalo de confianza para la composición final de la dieta.



Resumen de las contribuciones a las dietas de peces depredadores. Los gráficos muestran las principales presas de cada grupo funcional. Las dietas completas, detallando las presas que componen la categoría de “Otros” y las estimaciones de error se muestran en las paginas siguientes.

Contribuciones a las dietas



Identificamos 51 presas, las barras están ordenadas y muestran el número de presa para facilitar su comparación. Las barras muestran los intervalos de confianza, superiores e inferiores, del 95%. Los círculos muestran los resultados de los promedios simples, i.e. la contribución de la presa a la dieta del depredador es la media de todos los estómagos disponibles.

Las dietas estuvieron basadas en:

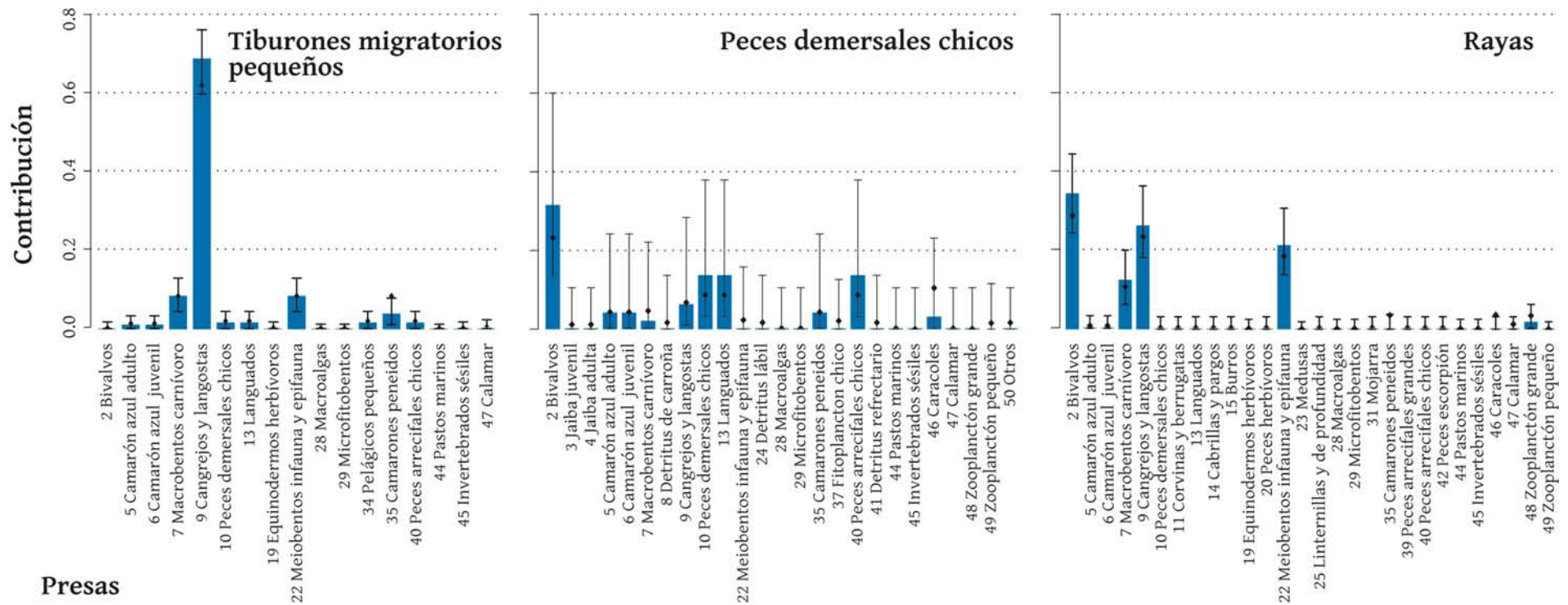
Tiburones pelágicos grandes - *Alopias superciliosus*, *Alopias vulpinus*, *Carcharhinus leucas*, *Carcharhinus limbatus*, *Carcharhinus obscurus*, *Carcharhinus porosus*, *Carcharodon carcharias*, *Ginglymostoma cirratum*, *Isurus oxyrinchus*, *Rhizoprionodon longurio*, *Sphyrna lewini*, *Sphyrna mokarran* y *Sphyrna zygaena*.

Peces arrecifales chicos - *Aluterus scriptus*, *Arothron hispidus*, *Arothron meleagris*, *Caulolatilus affinis*, *Caulolatilus princeps*, *Chaetodipterus zonatus*, *Diodon holocanthus*, *Diodon hystrix*, *Fistularia commersonii*, *Forcipiger flavissimus*, *Heteropriacanthus cruentatus*, *Lactoria diaphana*, *Ostracion meleagris* y *Zanclus cornutus*.

Los Pelágicos chicos fueron utilizados como carnada para estos depredadores, por lo tanto su contribución a la dieta puede estar sobreestimada.

Pelágicos grandes - *Carangoides otrynter*, *Caranx sexfasciatus*, *Chloroscombrus orqueta*, *Coryphaena hippurus*, *Katsuwonus pelamis*, *Oligoplites altus*, *Oncorhynchus tshawytscha*, *Remora remora*, *Rhincodon typus*, *Sarda chiliensis chiliensis*, *Seriola lalandi*, *Sphyraena ensis* y *Xiphias gladius*.

Contribuciones a las dietas



Identificamos 51 presas, las barras están ordenadas y muestran el número de presa para facilitar su comparación. Las barras muestran los intervalos de confianza, superiores e inferiores, del 95%. Los círculos muestran los resultados de los promedios simples, i.e. la contribución de la presa a la dieta del depredador es la media de todos los estómagos disponibles.

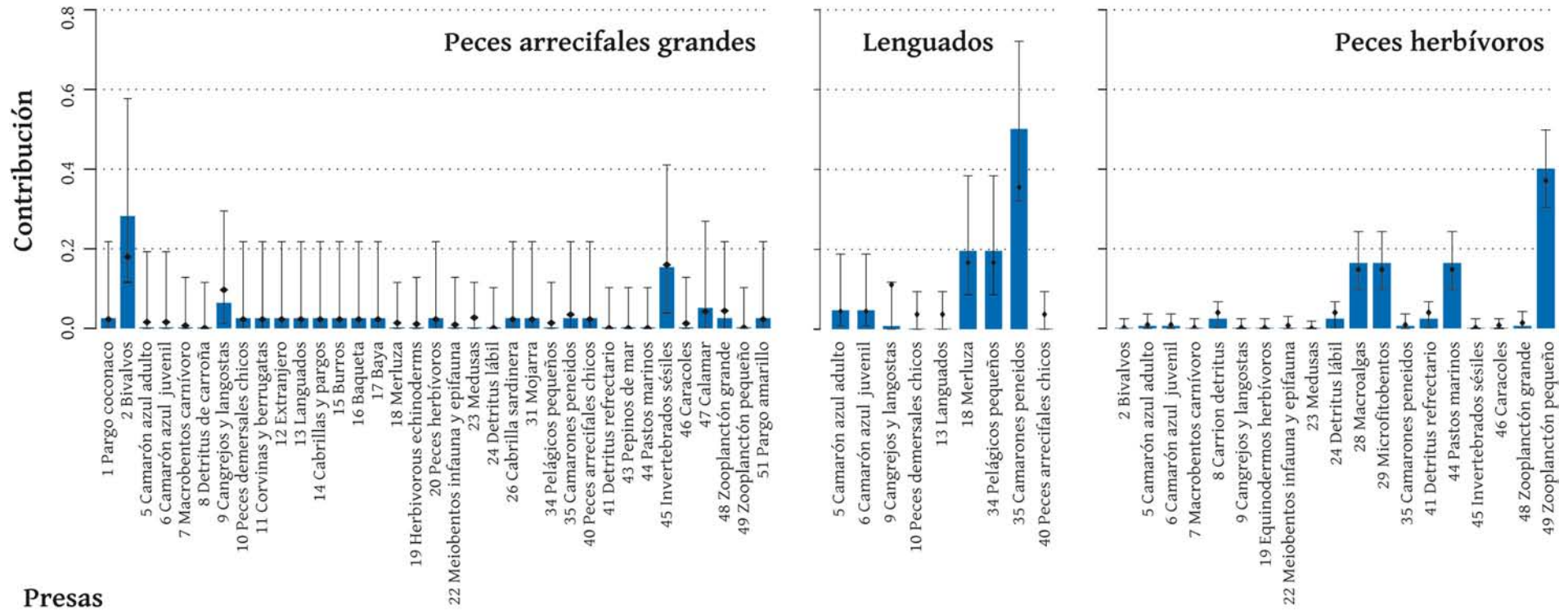
Las dietas estuvieron basadas en:

Tiburones migratorios chicos - *Mustelus californicus*, *Mustelus henlei*, *Mustelus lunulatus* y *Mustelus* spp.

Peces demersales chicos - *Albula vulpes*, *Calamus brachysomus*, *Centropomus nigrescens*, *Centropomus robalito*, *Gymnothorax mordax*, *Hexanematichthys platypogon* y *Sphoeroides* spp.

Rayas - *Aetobatus narinari*, *Dasyatis dipterura*, *Heterodontus francisci*, *Myliobatis californica*, *Raja inornata*, *Triakis semifasciata* y *Urobatis halleri*.

Contribuciones a las dietas



Identificamos 51 presas, las barras están ordenadas y muestran el número de presa para facilitar su comparación. Las barras muestran los intervalos de confianza, superiores e inferiores, del 95%. Los círculos muestran los resultados de los promedios simples, i.e. la contribución de la presa a la dieta del depredador es la media de todos los estómagos disponibles.

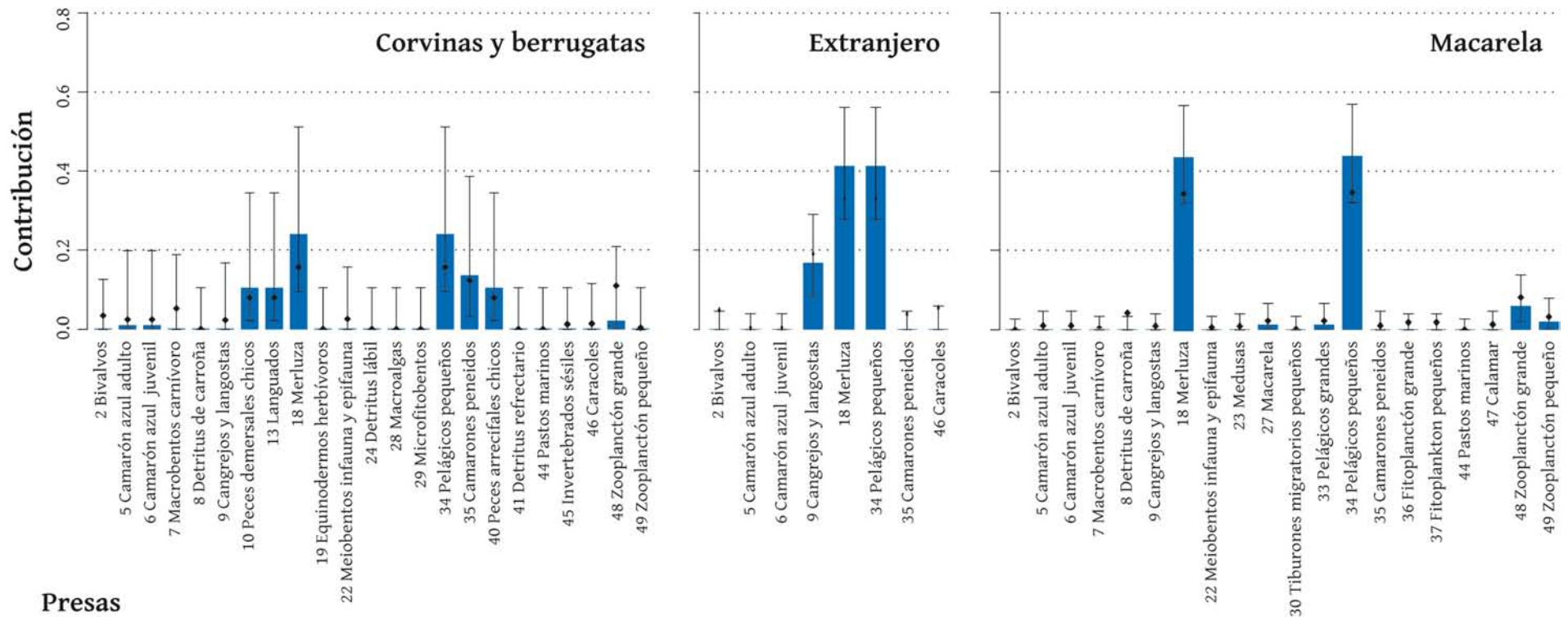
Las dietas estuvieron basadas en:

Peces arrecifales grandes - *Balistes polylepis*, *Semicossyphus pulcher*, *Thalassoma lutescens*, *Thalassoma purpurum* y *Trichiurus lepturus*. Las Corvinas y Berrugas, Pelágicos chicos y Bentopelágicos fueron utilizados como carnada para estos depredadores, por lo tanto su contribución a la dieta puede estar sobreestimada.

Peces herbívoros - *Girella nigricans*, *Hermosilla azurea*, *Mugil cephalus*, *Mugil curema* y *Scarus ghobban*.

Lenguados - *Ancylopsetta dendritica*, *Paralichthys* spp. y *Pleuronectidae*

Contribuciones a las dietas



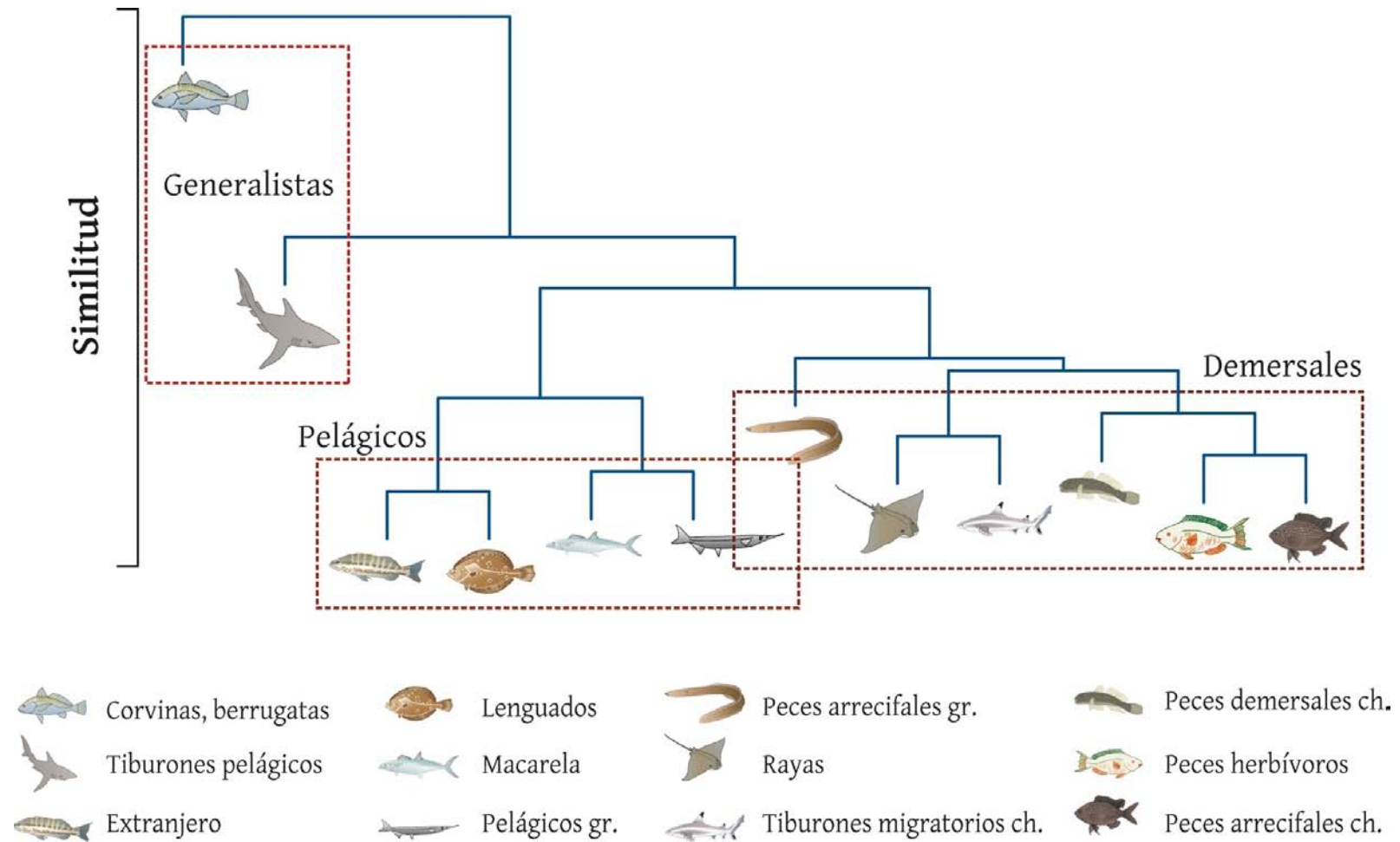
Identificamos 51 presas, las barras están ordenadas y muestran el número de presa para facilitar su comparación. Las barras muestran los intervalos de confianza, superiores e inferiores, del 95%. Los círculos muestran los resultados de los promedios simples, i.e. la contribución de la presa a la dieta del depredador es la media de todos los estómagos disponibles.

Las dietas estuvieron basadas en:

Corvinas y berrugas - *Atractoscion nobilis*, *Cynoscion spp.*, *Cynoscion xanthulus*, *Larimus pacificus* y *Micropogonias megalops*. Los Peces arrecifales chicos y los Peces demersales chicos fueron utilizados como carnada para estos depredadores, por lo tanto su contribución a la dieta puede estar sobreestimada.

Macarela - *Scomber japonicus*, *Scomberomorus sierra* y *Trachurus symmetricus*.

Extranjero - *Paralabrax maculatofasciatus* y *Paralabrax spp.*

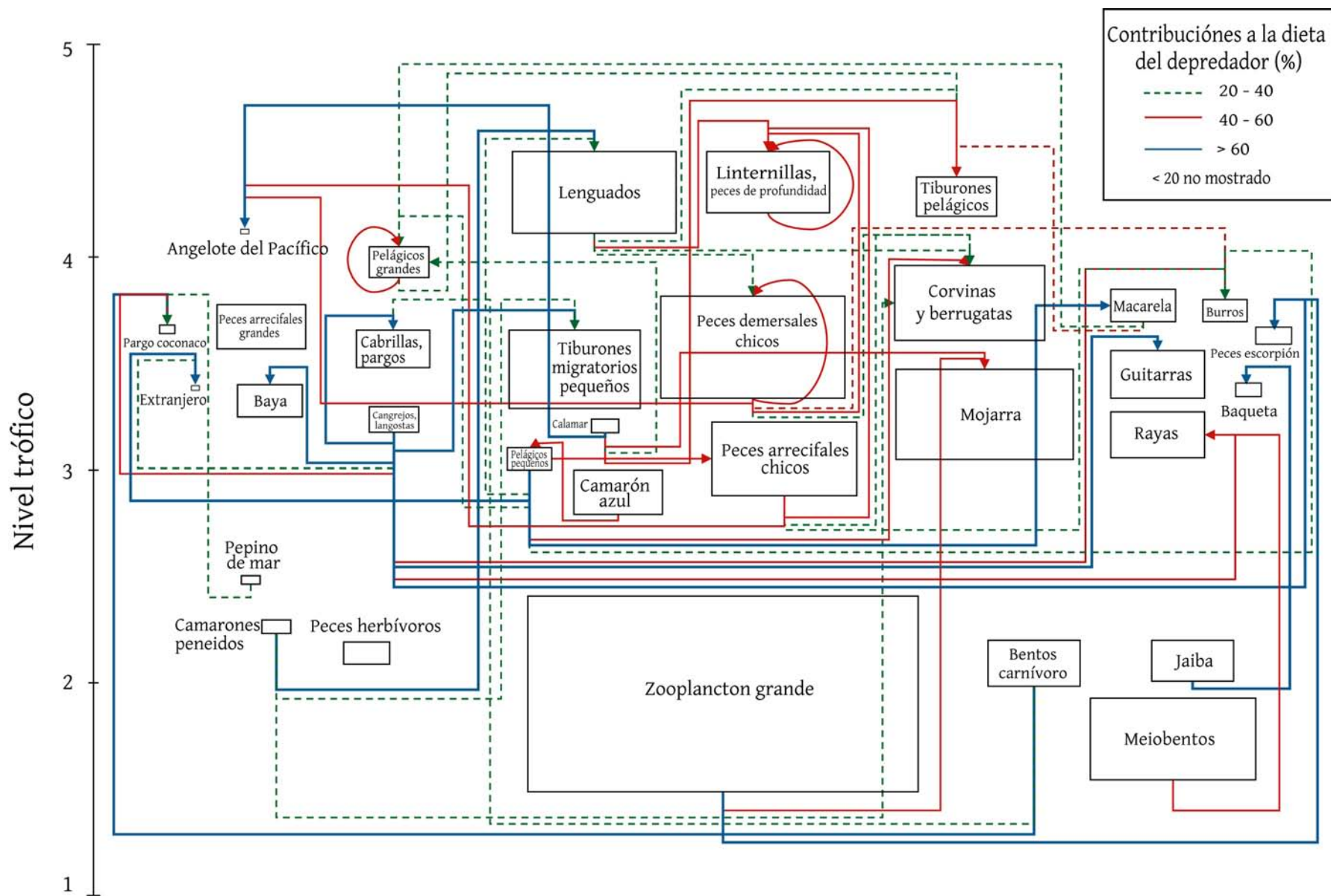


Comparación de la similitud entre gremios alimenticios, derivada de las estimaciones máxima verosimilitud y calculados utilizando el algoritmo de unión completa. Al nivel de resolución de especie pudimos identificar dos gremios alimenticios generales, pelágico y demersal. El gremio pelágico consiste de especies pelágicas y bentopelágicas, mientras que el gremio demersal consiste de elasmobranquios que se alimentan principalmente de invertebrados bentónicos y de teleosteos demersales que se alimentan de una mezcla de invertebrados, peces, algas y pastos marinos. Identificar estas relaciones alimenticias puede ayudarnos a predecir los efectos de ecosistema de las pesquerías y de los planes de manejo.

Para leer mas

Arreguín-Sánchez, F., E. Arcos and E. A. Chávez. 2002. Flows of biomass and structure in an exploited benthic ecosystem in the Gulf of California, Mexico. *Ecological Modelling* 156:167-183.

Fulton, E.A., A. D. M. Smith and D. C. Smith. 2007. Alternative Management Strategies for Southeast Australian Commonwealth Fisheries: Stage 2. Quantitative Management Strategy Evaluation. Australian Fisheries Management Authority. CSIRO, 372 pp. Available at <http://atlantis.cmar.csiro.au/>



Red trófica para el Golfo Norte de California basada en las dietas estimadas de peces. Los grupos forrajeros de mayor importancia para los ensamblajes demersales son los peces arrecifales chicos y los peces demersales chicos. Estas presas son las que contribuyen principalmente a las dietas de los grupos de depredadores demersales. También son las principales presas para las corvinas y berrugatas y para los lenguados. Las especies pelágicas consumen una mayor variedad de presas, pero generalmente estas incluyen a los peces pelágicos pequeños y a la merluza.

Cita: Ainsworth, C.H., I.C. Kaplan, P.S. Levin, y M. Mangel. 2009. Composición de las dietas de peces en el Golfo Norte de California. Hem Nalini Morzaria Luna (Ed.) Un folleto de difusión del Integrative Marine Ecology. Ecosystem Science Program. Northwest Fisheries Science Center. NOAA. Seattle WA.

Los datos aquí presentados forman parte de la publicación: Ainsworth C.H., I.C. Kaplan, P.S. Levin, y M. Mangel. En revisión. A statistical approach for estimating fish diet compositions from multiple data sources: Gulf of California case study. Ecological Applications, esta puede solicitarse al autor, cameron.ainsworth@noaa.gov

Preparado para PANGAS (Pesca Artesanal del Norte del Golfo de California – Ambiente y Sociedad / Conectando Gente y Ciencia por la Salud de Nuestra Pesca). PANGAS es una alianza interdisciplinaria trabajando con comunidades del Golfo Norte de California para mejorar las condiciones de las pesquerías y la salud del Golfo.

Símbolos diagramáticos cortesía de la Integration and Application Network (ian.umces.edu/symbols/), University of Maryland Center for Environmental Science. Fotos de la portada y contraportada: M.A. Medina. Fotos interiores: R. Loaiza-Villanueva, H. Morzaria-Luna, A. Iris-Maldonado. Agradecemos a P. Turk Boyer, A. Sánchez-Cruz, R. Loaiza-Villanueva, S. Pérez-Valencia, V. Castañeda-Fernández de Lara (CEDO) y J. Torre, N. Encinas, M. Rojo y C. Moreno (COBI) por la colecta de muestras y análisis, y a B. Semmens (NOAA), N. Tolimieri (NOAA) y B. Pflugeisen (Ohio State University) por sus valiosas discusiones.

Se permite copiar y distribuir este reporte siempre y cuando no se vendan las copias y se cite apropiadamente el material.

Financiamiento:

