



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y
BIOLÓGICAS
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA MARINA

“DIETA DE LA RAYA *Rostroraja velezi* (RAJIFORMES: RAJIDAE)
FRENTE AL DEPARTAMENTO DE PIURA, PERÚ”

Tesis para optar el título profesional de:
BIÓLOGA MARINA

Presentado por:
Pamela Sofía Molina Salgado (0000-0003-1372-721X)

Asesor:
Joanna Alfaro Shigueto (0000-0002-5148-7686)

Lima – Perú
2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 24 de octubre 2019.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Héctor Alonso Aponte Ubillús

Miembro: Dr. Pepe Antonio Espinoza Silvera

Miembro: Blgo. Javier Jesús Coasaca Céspedes

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“DIETA DE LA RAYA *Rostroraja velezi* (RAJIFORMES: RAJIDAE) FRENTE AL DEPARTAMENTO DE PIURA PERÚ”

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Pamela Sofia Molina Salgado**

Para optar el Título Profesional de Bióloga Marina

Asesorado por:

Dra. Joanna Olga Gissella Alfaro Shigueto (Asesora Interna)

Mg. Adriana Gonzales-Pestana

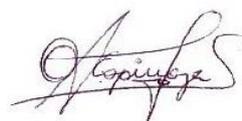
Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la carrera de Biología Marina en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a:

Tesis: Pamela Sofia Molina Salgado		Nota (en letras): 13 (Trece)	
Aprobado) (X)	Aprobado - Muy buena()	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. Héctor Alonso Aponte Ubillús
Presidente



Dr. Pepe Antonio Espinoza Silvera
Miembro 1



Dra. Joanna Olga Gissella
Alfaro Shigueto
Asesora



Blgo. Javier Jesús Coasaca Céspedes
Miembro 2

T// (511) 610 6738
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe

RESUMEN

Dentro de los vertebrados, los batoideos son uno de los grupos menos estudiados y uno de los más vulnerables a la pesquería. La raya bruja *Rostroraja velezi* es un depredador en hábitats demersales. En el Perú, éste batoideo es capturado incidentalmente y no existen estudios sobre su ecología, incluyendo su dieta. El objetivo del estudio es determinar la dieta de *R. velezi* en el norte del Perú a través del análisis de contenido estomacal. Las muestras fueron colectadas en el muelle de Los Órganos (región Piura), entre 2016 al 2019. Sus capturas provienen de la pesca incidental de la pesquería artesanal de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*). Un total de 74 estómagos fueron colectados, de los cuales 59 presentaron contenido estomacal. Las rayas midieron entre 47.6 y 81.9 cm de longitud total (34.5-83.5 cm de ancho del disco). La curva acumulativa de presas mostró una tendencia asintótica para ambos niveles taxonómicos (< 0.1), y una confiabilidad en el número de muestras colectadas. La dieta comprendió 8 niveles taxonómicos, de los cuales dominaron *Acanthephyra* sp. (31% PSIRI), decápodos no identificados (15% PSIRI) y teleósteos no identificados (17% PSIRI). Se determinó una baja diferencia significativa en la dieta entre sexos ($R=0.21$; p-valor <0.01). Además la posición trófica fue de 3.9 ± 0.7 . **Conclusión:** *R. velezi* presenta un comportamiento alimenticio bentopelágico y es considerado predominantemente un depredador secundario en el norte del Perú. Este estudio representa el segundo reporte sobre dieta de *R. velezi* para el Pacífico sudeste y el primero para Perú. Por lo que representa una línea base para futuras investigaciones de dieta en la familia Rajidae en esta zona del Pacífico Sudeste.

Palabras clave: Ecología trófica; hábitos alimenticios; mesodepredador; red cortinera; Elasmobranchii

ABSTRACT

Batoids are among the least studied group of vertebrates and one of the most vulnerable to fisheries. The rapstail skate *Rostroraja* is a predator in demersal systems. In Peru this batoid is caught as bycatch and their ecology, including its diet, is unknown. This research aims at determining the diet of *R. velezi* in northern Peru using stomach contents analysis. The samples were collected at Los Órganos port (Piura region), between 2016 and 2019, from the bycatch of Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus*) small-scale fishery. A total of 74 stomachs were collected, 59 with stomach contents. Individuals total length ranged between 47.6 and 81.9 cm (34.5-83.5 cm of disc width). Cumulative prey curve shows an asymptotic trend (<0.01), proving reliability in the number of samples collected. The diet comprised eight taxonomic levels, dominated by *AcanthePHYra* sp. (31% PSIRI), Caridea crustaceans (15% PSIRI) and unidentified teleosts (17% PSIRI). A low significant difference in diet between sexes was found ($R = 0.21$; p -value <0.01). Its trophic position was 3.9 ± 0.7 . Conclusion: *R. velezi* has a bentopelagic feeding behavior and is a predominant secondary predator off northern Peru. This study represents the second report on *R. velezi* diet for the Southeast Pacific and the first for Peru. Therefore, these diet results represent a baseline for future research in the Rajidae family in this area of the Southeast Pacific.

Key words: Trophic ecology; feeding habits; mesopredator; gillnets; Elasmobranchii

AGRADECIMIENTOS

A Jorge Mostacero y Víctor Moscoso por su apoyo en la identificación de otolitos y crustáceos. A Francisco Córdova por el asesoramiento para procesar los resultados. Al Gremio de pescadores de Los Órganos por las muestras. Al proyecto Misión Raya y sus voluntarios por el apoyo en el trabajo de campo. A la Universidad Científica del Sur y a ProDelphinus por permitir el uso de sus instalaciones para el análisis de muestras.

INTRODUCCION

Los batoideos son uno de los grupos menos estudiados de vertebrados marinos y la mayoría está clasificado en la categoría 'Datos deficientes' (DD) de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Dulvy et al. 2008, Hoffman 2010). Son importantes depredadores demersales en las redes tróficas marinas, dado que su proliferación podría generar un desequilibrio ecosistémico, alterando la dinámica trófica (Navia et al. 2010, Vaudo & Heithaus 2011, Bornatowski et al. 2014). Esto se debe a la vinculación con niveles tróficos altos (siendo presa de depredadores topos) y bajos (Ferreti et al. 2010, Vaudo & Heithaus 2011). Asimismo, tienen un rol ecológico como bioperturbadores, puesto que su comportamiento de forrajeo implica la modificación de hábitats (O'Shea et al. 2011).

En el Perú existen 37 especies de batoideos, de los cuales ocho pertenecen a la familia Rajidae (Cornejo et al. 2015, Dulvy et al. 2016). La raya bruja, *Rostroraja velezi*, habita en aguas tropicales y subtropicales neríticas, a profundidades de entre 35 a 250 m. Se distribuye desde el Golfo de California (México) hasta el norte de Perú, sobre fondos fangosos-arenosos en zonas bentónicas (Grove & Lavenberg, 1997, Zavalaga et al. 2018). *R. velezi* presenta interacciones con la pesquería en el norte del país, sin embargo el volumen de desembarques es bajo comparado con otras especies de batoideos (González-Pestana et al. 2016). Debido a su esporádico y local consumo, no presenta una importancia comercial pesquera. Su captura es incidental con aparejos de pesca de fondo (e.g. arrastre y cortina), destacándose como fauna acompañante en la pesca de arrastre dirigida a merluza *Merluccius gayi peruanus* Ginsburg 1954 (Céspedes 2014). A nivel nacional, la merluza representa una de las principales pesquerías industriales y artesanales (Estrella Arellano & Swartzman 2010, FAO 2010), por lo que el impacto en las poblaciones de *R. velezi* podría ser grande ya que la pesca de arrastre presenta los mayores descartes de todas las pesquerías (Perez 2019). *R. velezi* está clasificada como DD en la lista roja de la UICN, debido a su conocimiento limitado sobre su biología (Valenti & Kyne 2009).

La dieta de *R. velezi* ha sido estudiada en Colombia, Costa Rica y México (Navia et al. 2007, Espinoza et al. 2012, Simental 2013), en donde predominó presas demersales, destacando a los crustáceos decápodos y peces pequeños. En el Perú, existen muy pocos estudios sobre la dieta de batoideos (Silva et al. 2014, Coasaca-Céspedes et al. 2018), y una ausencia de estudios respecto a la dieta de la raya bruja. Por lo que es importante conocer la alimentación de este grupo poco estudiado. Los estudios de dieta permiten conocer las interacciones entre especies dentro de una red trófica, la posición trófica y hábitos alimentarios (Silva et al. 2014, González-Pestana et al. 2017, Roque-Ventura 2017, González-Pestana et al. 2018). Estos conocimientos permiten establecer bases ecológicas para el desarrollo de modelos ecosistémicos y planes de manejo pesquero, dando paso a una gestión holística de los recursos marinos y la pesquería, considerando al ecosistema, las especies que lo habitan y sus interacciones (Shepherd & Andrade 2006).

Por lo tanto, el presente trabajo propone conocer la dieta de *R. velezi* en Los Organos, Piura, por medio del análisis de contenidos estomacales. Así, representa una línea base para futuras investigaciones sobre la dieta en la familia Rajidae en esta zona del Pacífico Sudeste.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y Metodología de muestreo: Las muestras fueron recolectadas en el muelle de Los Órganos (4°10'38"S 81°07'29"O), ubicado en provincia Talara – Piura (Fig.1). Esta zona se encuentra dentro de la ecorregión marina Pacífico Este Tropical Peruano (Spalding et al. 2007). Las muestras se obtuvieron de diciembre a marzo durante el 2016 y 2019, en temporada cálida, la cual es definida por la alta concentración de clorofila- a y producción primaria (Pennington et al. 2006). La captura de *R. velezi* forma parte de la fauna acompañante de la pesca artesanal dirigida a merluza empleando red de enmalle de 7 cm de apertura de malla a profundidades entre 35 y 220 m.

Los ejemplares fueron sexados, mediante la presencia o ausencia de pterigopodios (claspers). Para las tallas corporales, se consideró la longitud total (LT, cm) medición utilizada principalmente en Rajiformes (Barbini et al. 2011, Brown et al. 2011, Espinoza et al. 2012, Simental 2013, Lara-Mendoza et al. 2014). Además, se midió el ancho del disco (AD, cm).

Los tractos digestivos (esófago, estómago y válvula espiral) fueron extraídos y fijados con formaldehído al 4 %, inyectado directamente al tracto digestivo. Luego, fueron colocados en frascos rotulados, añadiendo una solución de formalina al 10 % por 24 h. Después, las muestras fueron enjuagadas con abundante agua destilada y fueron preservados en etanol al 70% (Ruiz-Campos et al. 2010)

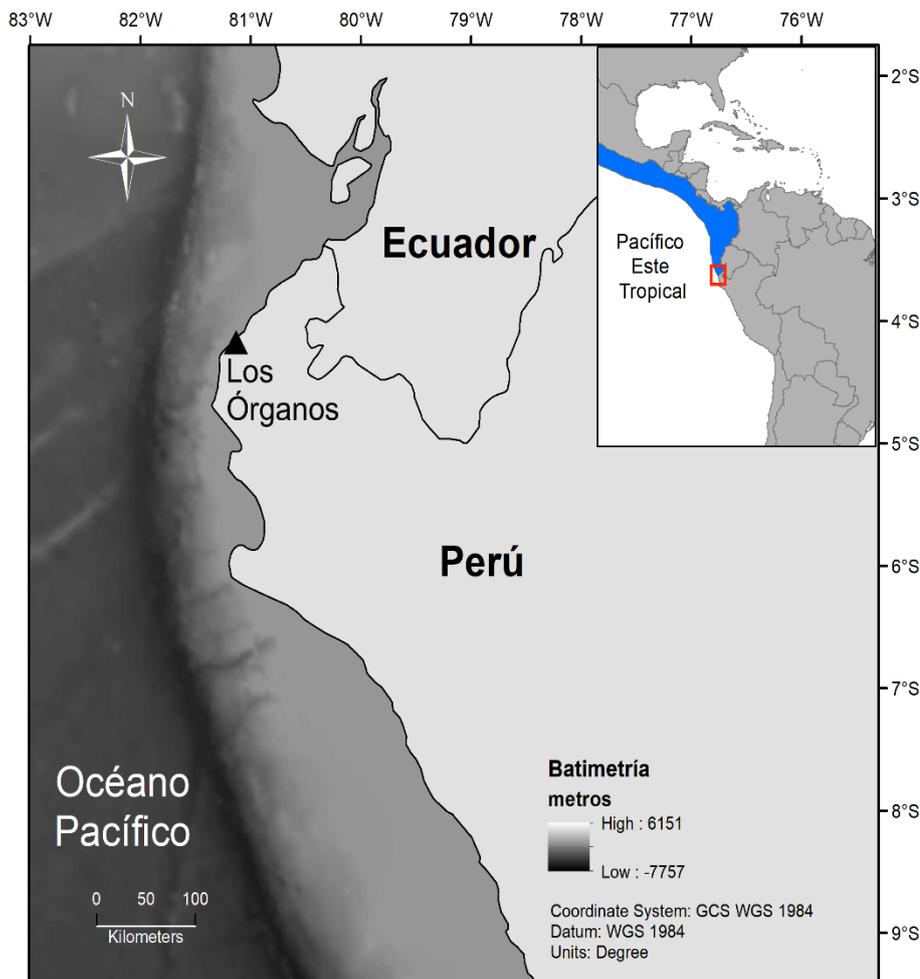


Figura 1. Área de estudio y señalización del punto de muestreo para el estudio de contenido estomacal de la raya bruja *Rostroraja velezi*.

Análisis en Laboratorio: Los tractos digestivos fueron analizados en el laboratorio de Investigación de la Universidad Científica del Sur. Se obtuvo el contenido y fue vaciado sobre un tamiz de 500 micras (Espinoza et al. 2012). Posteriormente fueron enjuagados con agua destilada y analizados, identificando hasta el menor taxón posible. Los ítems presa fueron agrupados por taxones, contados y pesados. Para el reconocimiento de crustáceos, peces y otolitos, se utilizaron las guías taxonómicas de Méndez (1981), Chirichigno (1998), Zavalaga et al. (2018) y García-Godos (2001). Para la identificación de cefalópodos, se emplearon los picos y para estimar la masa total (MT) de los individuos, se utilizó la ecuación de regresión, empleando las mediciones de longitud de los picos (Wolff 1984, Lu & Ickeringill 2002).

Análisis de la dieta: Se determinó la eficiencia del muestreo mediante las curvas acumulativas (Ferry & Caillet 1996) en función del estimador no paramétrico Chao 1, basado en las abundancias de las categorías presa (Colwell & Coddington 1994) y analizado aplicando 999 remuestreos por el programa EstimateS 9.1 (Escalante-Espinosa 2003, Colwell 2012, Flores-Ortega, Godínez & González 2015). La curva de presa acumulada se construyó utilizando categorías agrupadas por orden y familia. El tamaño de la muestra es confiable para describir la dieta, si las curvas alcanzaron una

pendiente menor a 0.1 (Soberón & Llorente 1993, Ferry & Caillet 1996, Magurran 2004). Asimismo se calculó la eficiencia del muestro, y el desempeño del estimador, considerando sesgo y exactitud (Chiarucci et al. 2003, Walther & Moore 2005). Se utilizó el programa estadístico R vers. 3.2.2 (Core Team 2016) para la modelación de las curvas y la obtención del coeficiente de determinación (R^2). Se observa un buen desempeño del estimador si los valores del sesgo y exactitud son cercanos a 0 (Palmer 1990, Brose et al. 2003), los cuales pueden variar entre -1 a 1. Un R^2 igual o cercano a 1 acompañado de un p-valor <0.05 nos determina un buen ajuste entre ambas curvas (valores observados y el modelo de estimación) (Motulsky & Christopoulos 2003).

La dieta fue cuantificada a nivel general y por sexos mediante los siguientes porcentajes: numérico (%N), donde N_i son individuos de una categoría presa y N_t el total de individuos presa; gravimétrico (%G), siendo G_i el peso de individuos de una categoría presa y G_t el peso total de individuos; y frecuencia de ocurrencia (%FO), en donde N_o es el número de ocurrencias de individuos de una categoría presa y N_s el número total de estómagos.

El índice de importancia relativa (IRI, por su acrónimo en inglés), se calcula a través de la suma del porcentaje numérico y el gravimétrico, y luego multiplicándolo por el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (Pinkas et al. 1971). Seguidamente, se obtuvo el porcentaje (%IRI; Cortes 1997), dividiendo IRI de cada categoría presa entre el IRI total de los ítems presa (Cortés 1997).

Finalmente, se obtuvo el índice de importancia Relativa por presa específica (%PSIRI, por su acrónimo en inglés) (Brown et al. 2012). El %PSIRI es independiente del nivel taxonómico, permitiendo comparaciones más fidedignas entre estudios (Brown et al. 2012).

La posición trófica de la raya bruja se calculó mediante la sumatoria de la proporción del peso de ítem presa (P_j), multiplicado por cada posición trófica de cada ítem presa (PT_j) todo ello sumado a uno (Christensen & Pauly 1992). Para la obtención del valor de la posición trófica de los ítems presa se utilizó a Cortes (1999) y Espinoza (2014).

Análisis de la dieta a nivel de sexos: Se empleó el análisis de similitud (ANOSIM), en donde el valor del estadístico R nos permite establecer el grado de similitud. Un valor de 0 con p-valor <0.05 nos indica que no existen diferencias significativas entre dietas y un valor de 1 con p-valor <0.05 nos indica que presenta diferencias significativas (Clarke 1993). Luego se empleó el porcentaje de similitud (SIMPER), para determinar los grupos presa que contribuyeron mayormente en la disimilitud entre las dietas por sexo (Clarke 1993). Se utilizó el programa estadístico R vers. 3.2.2 (Core Team 2016) para los análisis de la dieta a nivel de sexos.

RESULTADOS

Caracterización de muestra: Se colectaron un total de 74 estómagos de *R. velezi* (32 hembras y 27 machos) de los cuales 59 (79.7 %) presentaban contenido estomacal. Los individuos presentaron un rango de tallas entre 47.6 - 81.9 cm LT (34.5 - 83.5 cm AD) y su promedio de 64.6 ± 8.7 cm LT.

Representatividad de muestras: Las curvas de acumulación de orden y familia presa, alcanzaron una tendencia asintótica (pendientes = 0.01; 0.006) y una eficiencia de muestreo del 93.7 % y 94%, respectivamente (Fig. 2 y Fig. 3). Así, el número de muestras es representativo para describir la dieta de *R. velezi* para ambos niveles taxonómicos. El coeficiente de determinación indicó un buen ajuste entre ambas curvas

($R^2 = 0.98$, $p\text{-valor} < 0.05$) para ambos niveles taxonómicos analizados. Asimismo el sesgo (0.08) y la exactitud (< 0.01) indican un buen desempeño del estimador.

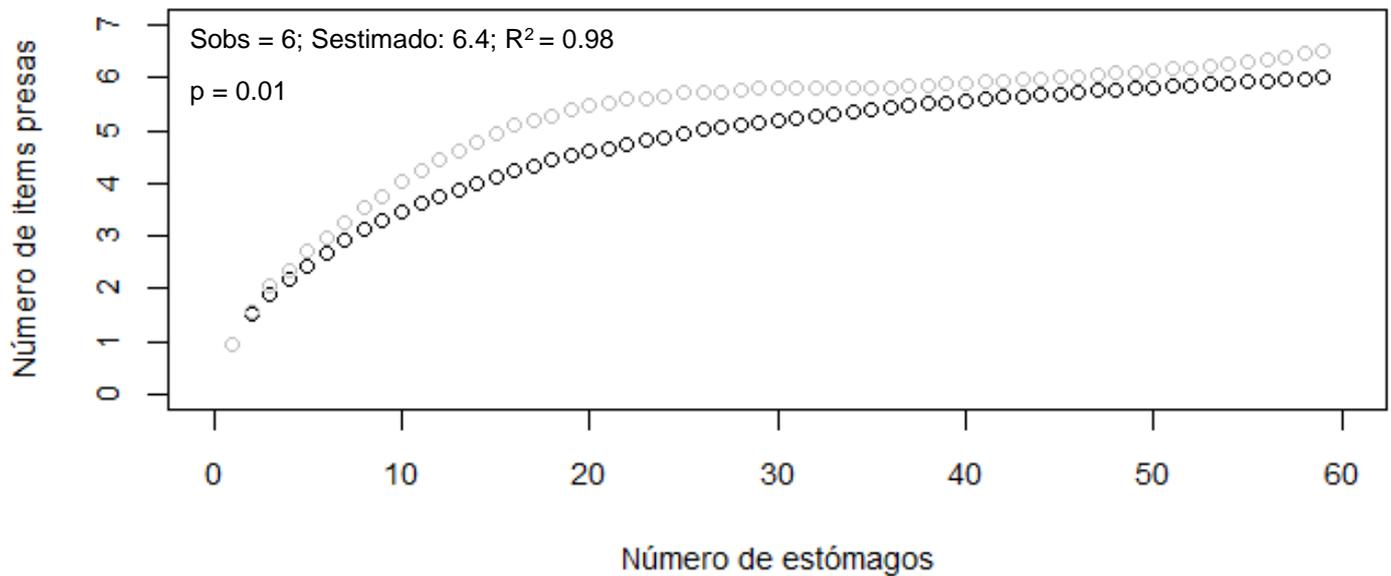


Figura. 2. Curva acumulativa de ítems presas identificados de raya bruja *Rostroraja velezi* a nivel taxonómico de Orden. Puntos negros: data observada (Sobs), puntos grises: data estimada (N= 59)

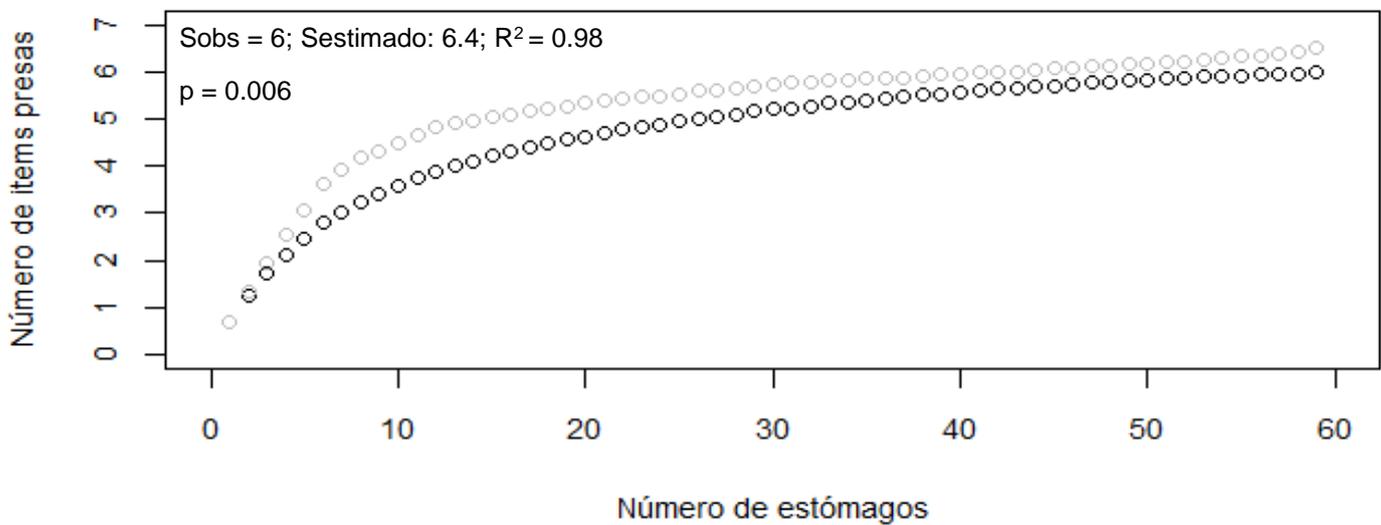


Figura. 3. Curva acumulativa de ítems presas identificados de raya bruja *Rostroraja velezi* a nivel taxonómico de Familia. Puntos negros: data observada (Sobs), puntos grises: data estimada (N= 59)

Composición de dieta: La dieta de *R. velezi* está compuesta por ocho ítems presa: Decápoda, Myctophiformes, Ophidiiformes, Scorpaeniformes, Octopoda, Teuthidae, Cefalópodos no identificados y Teleósteos no identificados. Los grupos presa más importantes son, según %PSIRI, crustáceos decápoda (54.1 %), resaltando dentro de

éstos el género *Acanthephyra* (31.4%), decápodos no identificados (15.1 %), y peces teleósteos (31.5 %). Para la zona norte del Perú, se tiene registradas estas dos especies *A. faxoni* y *A. trispinosa* (Méndez, 1981; Moscoso, 2012), por lo que es posible que *R. velezi* depreda cualquiera de estas dos especies. En relación al sexo, se observó en hembras una dominancia única por crustáceos decápodos (59.11 %) y en machos, una dominancia compartida en crustáceos decápodos (46.4 %) y peces teleósteos (35.6 %PSIRI) (Tabla 1). La posición trófica de *R. velezi* respecto a su dieta en el norte del Perú fue de 3.90 ± 0.7 .

Análisis estadísticos: Existe una diferencia significativa en las dietas entre sexos; sin embargo, esta diferencia es pequeña. (ANOSIM: estadístico-R = 0.21, p-valor < 0.01). Según SIMPER, los grupos presa con mayor porcentaje de contribución de disimilitud fueron teleósteos (45.4%) y crustáceos (37.3%).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a otros trabajos realizados con esta misma especie en el Pacífico Este, obteniéndose similares categorías en las presas dominantes. El estudio de Navia et al. (2007) fue el primero en describir la dieta de *R. velezi*, resaltando la importancia de los crustáceos decápodos (*Trachypenaeus* sp.; 30% IRI), y peces (teleósteos no identificados; 61 %IRI) en su alimentación en el Pacífico colombiano. Luego Espinoza et al. (2012) en Costa Rica encontró igualmente predominancia en crustáceos (57% IRI) y peces teleósteos (41% IRI). En México, Simental (2013) determina que la dieta de esta especie estuvo dominada por peces teleósteos (76 % IRI). Otros estudios realizados en rayas del género *Rostroraja* demuestran igualmente una dominancia por crustáceos decápodos y peces teleósteos (Bornatowski et al. 2010, Woodland et al. 2010).

Es importante conocer el hábitat de las especies presa, ya que permite entender los hábitos alimentarios y el hábitat de sus depredadores (Munroe et al. 2013). *R. velezi* es considerado una especie demersal debido a su frecuente cercanía a los fondos y a sus características morfológicas (López et al. 2014, Barbini et al. 2018). Sin embargo, los resultados de sus taxones presa permiten inferir que esta especie presenta hábitos alimenticios bentopelágicos (Bianchi 1992, Wetherbee & Cortés 2004, Barbini et al. 2018, Silva-Garay et al. 2018). En Costa Rica, se ha determinado un cambio en su hábitat trófica, de zona bentónica a pelágica a medida que el individuo se vuelve adulto (Espinoza et al. 2012). En la costa central del Perú se ha observado en batoideos (*Myliobatis peruvianus* y *Hypanus dipterurus*) este desplazamiento bentopelágico (entre zonas pelágicas y bentónicas), a través del estudio de su dieta (Silva-Garay et al. 2018). Así se observa un dominio de presas bentónicas (e.g. poliqueto y gasterópodos) y pelágicas (e.g. *Engraulis ringens*). Futuros estudios deberán estudiar la dieta de *R. velezi* por estadio de vida y así determinar si este comportamiento alimenticio bentopelágico está asociado a estadios de vida o si es constante a lo largo de su ontogenia.

La dominancia por presas tanto pelágicas como bentónicas también podría estar influenciado por la escala temporal (i.e. estacionalidad y variabilidad horaria de día-noche). Por ejemplo, *Zapteryx brevirostris* presenta una dieta principalmente compuesta de poliquetos y anfípodos en verano mientras que en invierno predominan crustáceos cumacea (Barbini et al. 2011). Y una diferencia entre las dietas de *Rhinobatos leucorhynchus* quien presenta hábitos alimenticios diurnos y *R. velezi* quien presenta hábitos nocturnos (Navia et al. 2007). Asimismo, el arte de pesca en relación a su posición en la columna de agua podría influir en el dominio por presas pelágicas como bentónicas (Wehrtmann & Echeverría-Sáenz 2007, Wehrtmann & Nielsen-Muñoz 2009, Espinoza et al. 2012). Se ha determinado en diversos estudios de rayas, que emplean

la pesca de arrastre de fondo como método de captura, una dieta prioritaria de presas bentónicas (Ebert & Bizzarro 2007, Barbini et al. 2011, Espinoza et al. 2012). A diferencia de ello, otros estudios incluyendo el presente, emplean la red de enmalle como método de colecta (Bornatoswki et al. 2010, Simental 2013, Bornatoswki et al. 2014), el cual se encuentra a lo largo de la columna de agua (Northridge 1992), y permite capturar rayas que probablemente se estén alimentando de organismos a lo largo de la columna de agua, lo cual se sustenta con sus presas, que son principalmente pelágicas. Futuros estudios de *R. velezi* en el norte del Perú deberán usar distintos artes de pesca para la colecta de individuos, además de ampliar la escala temporal del muestreo, incluyendo la estación de invierno y variabilidad horaria en la captura. Así determinar si la composición de la dieta varía según los diferentes artes de pesca y la variabilidad temporal.

La posición trófica del presente estudio es mayor a los resultado de Cortes (1999) de 3.65 para condrictios. *R. velezi* es considerada un depredador secundario con una posición trófica (PT) inferior a cuatro (Cortes 1999). Sin embargo, debido a la ligera desviación estándar obtenida, indicaría que podría comportarse igualmente como un depredador terciario. Esto se demuestra en Simental (2013) en donde *R. velezi* ocupa el rol de depredador terciario (PT: 4.68 ± 0.52). Las rayas del orden Rajiformes pueden comportarse como depredadores secundarios y terciarios (PT: 3.48 - 4.22), debido a sus fluctuantes hábitos alimenticios y sus presas diversas (Ebert & Bizarro 2007, Flores-Ortega et al. 2011, Navarro-González et al. 2012). Además, el tamaño del depredador puede influir en el rol que ocupe en el ecosistema, considerando a rayas pequeñas (< 100 cm) como depredadores secundarios (PT < 4) e individuos grandes (> 100 cm) como depredadores terciarios (PT >4) (Ebert & Bizzarro 2007, Simental 2013). Futuros estudios deberán comprobar si existen diferencias de la alimentación a lo largo de su ontogenia

Los resultados obtenidos de la dieta entre sexos demuestra una ligera diferencia en la alimentación. En diversos estudios de rayas se ha demostrado que no existe una disimilitud significativa en la alimentación entre sexos, a menos que se incluya el factor de estadios de madurez (Espinoza et al. 2012, De la Rosa-Mesa et al. 2013, Bornatoswki et al. 2014, Silva-Garay et al. 2018). En estos estudios se demuestra una baja diferencia entre dietas para individuos adultos entre machos y hembras al igual que lo obtenido en el presente estudio (Espinoza et al. 2012, De la Rosa-Mesa et al. 2013). Sin embargo, estos resultados deben de tomarse con reservas, debido al alto nivel de agrupación taxonómica de las categorías presa lo cual podría evitar que se incremente el grado de disimilitud entre ambas dietas (Navia et al. 2011). Por otro lado a nivel descriptivo, se observó que tanto hembras y machos de *R. velezi* en esta zona del país, se alimentan principalmente de crustáceos y en el caso de machos se añade peces teleósteos, a diferencia de resultados en México donde hembras de esta misma especie se alimentan de peces teleósteos y cefalópodos y machos principalmente de peces teleósteos (Simental 2013). Esto podría indicar que la localidad también es un factor que influye en la dieta a nivel de sexos. Futuros estudios deberán incluir el factor de estadios de madurez e incrementar el alcance espacial y el tamaño de muestra. Este estudio representa el segundo reporte sobre dieta de *R. velezi* para el Pacífico sudeste y el primero para Perú. Por lo que representa una línea base para futuras investigaciones en la familia Rajidae en esta zona del Pacífico Sudeste.

Tabla 1. Composición de la dieta de la raya bruja *Rostroraja velezi* (N= 59) en el norte del Perú en relación al sexo.

Items presa	<i>R. velezi</i>											
	Hembra (n =32)						Macho (n = 27)					
	%N	%G	%FO	(%)IRI	(%)PSIRI	(±DS)	%N	%G	%FO	(%)IRI	(%)PSIRI	(±DS)
CRUSTACEA	70.67	47.55	80.63	55.32	59.11		61.40	31.30	66.67	49.85	46.35	
Decápoda												
Decápodos no identificados	26.67	9.45	31.25	20.83	18.06	36.35	17.54	3.50	29.63	19.68	10.52	34.03
Fam Penaeidea							1.75	0.87	3.70	0.13	1.31	0.67
Fam Munidae												
<i>Pleuroncodes monodon</i>	9.33	5.12	21.88	8.10	7.23	17.58	8.77	9.46	11.11	11.09	9.11	31.97671
Fam Ophlophoridae												
<i>AcanthePHYRA sp.</i>	34.67	32.98	37.50	26.39	33.82	40.80	33.33	17.48	22.22	18.94	25.41	37.21
TELEOSTEI	21.33	35.80	46.88	34.41	28.57		21.05	50.11	40.74	33.85	35.58	
Teleósteos no identificados	18.67	9.95	40.63	29.87	14.31	43.16	14.04	46.63	29.63	22.74	30.48	38.28
Myctophiformes												
Fam Myctophidae							1.75	1.40	3.70	3.70	1.58	19.25
Ophidiiformes												
Fam Ophidiidae							5.26	1.78	7.41	7.41	3.52	26.69
Scorpaeniformes												
Fam Peristediidae												
<i>Peristedion barbiger</i>	2.67	25.86	6.25	4.54	14.26	19.17						
CEPHALOPODA	8.00	16.65	18.75	10.27	12.32		17.54	18.59	37.04	16.30	18.07	
Cefalópodos no identificados							5.26	0.34	11.11	2.09	2.80	6.8041706
Octopoda	5.33	0.78	12.50	6.67	3.06	20.61	3.51	2.39	7.41	4.01	2.95	19.216291
Teuthida												
Fam Loliginidae												
<i>Doryteuthis gahi</i>	2.67	15.87	6.25	3.60	9.27	13.58	8.77	15.87	18.52	10.20	12.32	27.640953

REFERENCIAS

Arellano, C. E., & Swartzman, G. (2010). The Peruvian artisanal fishery: changes in patterns and distribution over time. *Fisheries Research*, 101(3), 133-145.

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

Barbini, S., Sabadin, D. & Lucifora, L. (2018). Comparative analysis of feeding habits and dietary niche breadth in skates: the importance of body size, snout length, and depth. *Rev Fish Biol Fisheries* <https://doi.org/10.1007/s11160-018-9522-5>.

Bianchi, G. (1992). Demersal assemblages of tropical continental shelves. Thesis Dr. Scient. Univ. Bergen, Noruega, 217 p.

Bornatowski, H., Navia, A. F., Braga, R. R., Abilhoa, V., & Corrêa, M. (2010). Ecological importance of sharks and rays in a structural foodweb analysis in southern Brazil.

ICES Journal of Marine Science, 71(7), 1586–1592. doi:10.1093/icesjms/fsu025

Bornatowski H., Wosnick N., Wanessa P., Carmo D., Corrêa M., & Abilhoa V. (2014). Feeding comparisons of four batoids (Elasmobranchii) in coastal waters of southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 94(7):1491-99. <https://doi.org/10.1017/s0025315414000472>.

Brose U., Martínez N.D. y Williams R.V. (2003). Estimating species richness: sensitivity to sample coverage and insensitivity to spatial patterns. *Ecology* 84:2364-2377.

Brown, S. C., Bizzarro, J. J., Cailliet, G. M., & Ebert, D. A. (2012). Breaking with tradition: redefining measures for diet description with a case study of the Aleutian skate *Bathyraja aleutica* (Gilbert 1896): A Review. *Environmental Biology of Fishes*, 95(1), 3–20. doi:10.1007/s10641-011-9959-z

Cabrera, A. (2003). Hábitos alimenticios del Tiburón Piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) en la costa occidental de Baja California Sur. [Tesis de Maestría]. LA PAZ, B.C.S., MÉXICO s. f., 110.

Céspedes, C. (2014). Captura Incidental de Fauna Marina en la Pesquería de *Merluccius gayi peruanus*: Análisis y Recomendaciones para su Mitigación. [Tesis de Maestría]. Repositorio de Universidad Nacional Agraria la Molina Escuela de Post Grado Maestría en Conservación de Recursos Forestales.

Chirichigno, N. (1998). Clave para identificar los peces marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú.

Christensen, V., & Pauly, D. (1992.) ECOPATH II - A software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling* 61:169–185.

Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*. 18:117–143.

Coasaca-Céspedes, J., Segura-Cobeña, E., Montero-Taboada, R., Gonzalez-Pestana, A., Alfaro-Córdova, E., Alfaro-Shigueto, J. & Mangel, J. (2018). Preliminary analysis of the feeding habits of batoids from the genera *Mobula* and *Myliobatis* in Northern Peru. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* Vol. 53, N°3: 367-374 2018. DOI: <https://doi.org/10.22370/rbmo.2018.53.3.1368>

Colwell, R. & Coddington, J. (1994). "Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation", *Philosophical Transaction of the Royal Society of London, Series B*, núm. 345, 1994, pp. 101-118.

Colwell, RK. (2012). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1. <http://purl.oclc.org/estimates>

Cornejo, R., Vélez-Zuazo, X., González-Pestana, A., Kouri J, C., Mucientes, G. (2015). An updated checklist of Chondrichthyes from the southeast Pacific off Peru. *Biodiv. Data*. 11 1-7

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 (3): 726-38. <https://doi.org/10.1139/f96-316>.

Cortés, E. (1999). Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES Journal of Marine Science*, 56: 707–717. Article No. *jmsc.1999.0489*, Recuperado en: <http://www.idealibrary.com> on

De la Rosa-Meza, Karina, Sosa-Nishizaki, Oscar, & de la Cueva-Salcedo, Horacio. (2013). Hábitos alimentarios de la guitarra punteada *Rhinobatos glaucostigma* (Elasmobranchii, Batoidea) en el sureste del golfo de California. *Ciencias marinas*, 39(3), 277-290. Recuperado en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802013000300004&lng=es&tlng=es.

Dulvy, N.K., J.D., Metcalfe, J., Flanville, M.G., Pawson, J.D & Reynolds. (2000). Fishery stability, local extinctions, and shifts in community structure in skates. *Conserv. Biol.*, 14 (1): 283–293.

Dulvy, N.K., J.K. Baum, S. Clarke, L.J.V. Compagno, E. Cortés, A. Domingo, S. Fordham,

S. Fowler, M.P. Francis, C. Gibson, J. Martínez, J.A. Musick, A. Soldo, J.D. Stevens,

S. Valenti. (2008). You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquat. Conserv.: Mar. Freshw. Eco.*, 18(5): 459–482.

Dulvy, N.K., S., Fowler, J.A., Musick, R.D., Cavanagh, P.M., Kyne, R.H., Harrison, J.K., Carlson, L.N., Davidson, S.V., Fordham, M.P., Francis, C.M., Pollock, C.A., Simpfendorfer, G.H., Burgess, K.E., Carpenter, L.J.V., Compagno, D.A., Ebert, C., Gibson, M.R., Heupel, S.R., Livingstone, J.C., Sanciangco, J.D., Stevens, S., Valenti, W.T. & White, W.T. (2014). Extinction risk and conservation of the world's shark and rays. *eLife.*; 3:e00590. doi: 10.7554/eLife.00590.

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.

Escalante-Espinosa, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao 1 Elementos: ciencia y cultura, número. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Puebla, México pp. 53-56.

Espinoza, M., Clarke, T.M, Villalobos-Rojas, F, & Wehrtmann, I. (2012). Ontogenetic Dietary Shifts and Feeding Ecology of the Rasptail Skate *Raja Velezi* and the Brown Smoothhound Shark *Mustelus Henlei* along the Pacific Coast of Costa Rica, Central America. *Journal of Fish Biology* 81 (5): 1578-95. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03410.x>.

Espinoza, P. (2014). Trophic dynamics in the northern Humboldt Current system: insights from stable isotopes and stomach content analyses. *Université de Bretagne Occidentale*. Recuperado en: <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/2335>

Ferretti, F., Worm, B., Britten, G. L., Heithaus, M. R. & Lotze, H. K. (2010). Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecological Letters* 13, 1055–1071.

Ferry, L. A., and Cailliet, G. M. 1996. Sample size and data analysis: are we characterizing and comparing diet properly? In *Feeding Ecology and Nutrition in Fish, Symposium Proceedings*, pp. 71e80. Ed. by D. MacKinlay, and K. Shearer. American Fisheries Society, San Francisco.

Flores-Ortega, JR., Godínez-Domínguez, E., & González-Sansón, G. (2015). Ecología trófica de siete especies de batoideos (Batoidea) en el Pacífico Central Mexicano. *biología marina y oceanografía* 50 (3): 521-33. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572015000400010>.

Fowler, S., Cavanagh, R., Camhi, M., Burgess, G., Cailliet, G., Fordham, S., Simpfendorfer, C., & Musick, J. (2005). *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes*. IUCN/SSC Shark Specialist Group – The World Conservation Union.

García-Godos, I. (2001). Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. Instituto del Mar del Perú - IMARPE. Recuperado en: <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080///handle/123456789/1061>

González–Oreja, J.A., De la Fuente–Díaz–Ordaz, A.A., Hernández-Santín, L., Buzo–Franco, D & Bonache–Regidor, C. (2010). Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation* 33.1.

González-Pestana, A., Kouri, J.C., Velez-Zuazo, X., (2016). Situación de los batoideos en el Perú: Lo que sabemos y lo que no sabemos. Libro de resúmenes. V Congreso de Ciencias del Mar del Perú, Lambayeque, Perú

González-Pestana A., Acuña-Perales N., Coasaca-Cespedes J., Cordova-Zavaleta F., AlfaroAlfaro-Shigueto J., Mangel J.C. & Espinoza P. (2017). Trophic ecology of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) off the coast of northern Peru. *Fishery Bulletin* 115, 451–459.

González-Pestana, A., Acuña-Perales, N., Cordova-Zavaleta, F., Coasaca-Cespedes, J., Alfaro, E., Alfaro-Shigueto J., & Mangel J.C. (2018). Feeding habits of thresher sharks *Alopias sp.* in northern Peru: predators of Humboldt squid (*Dosidicus gigas*). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, page 1 of 8. doi:10.1017/S0025315418000504

- Grove, J. S., & Lavenberg, R. J. (1997). *The Fishes of the Galápagos Islands*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Hoffmann M, C. Hilton-Taylor, A. Angulo. 2010. The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. *Science* 33:1503–1509.
- Hortal, J., Borges, P. A. V. & Gaspar, C. (2006). Evaluating the performance of species richness estimators: sensitivity to simple grain size. *Journal of Animal Ecology*, 75, 274–287.
- Jasper, SA., Thomas, JD. & Kerstetter, DW. (2018). Diet of the invasive *Lionfish Pterois* sp. in Broward Country, Florida. *J Aqua Sci Oceanography* 1:101.
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* ISSN: 1576 - 9518. Dep. Legal: Z-2656-2000. Vol. 8, 31-XII-2003 Sección: Artículos y Notas. Pp: 151 -161. Recuperado en: http://sea-entomologia.org/PDF/RIA_8/R08-024-151.pdf
- Lara-Mendoza, Raúl E., & Márquez-Farías, Juan Fernando. (2014). Estructura de tallas y relación peso-longitud del pez guitarra pinta, *Rhinobatos glaucostigma* (Rajiformes: Rhinobatidae) en la plataforma continental de Sinaloa, México. *Hidrobiológica*, 24(2), 119-127. Recuperado en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972014000200004&lng=es&tlng=es.
- López, LN., González, A., & Torruco, D. (2014). Peces bentónicos y demersales de la Sonda de Campeche: sur del Golfo de México. *CONABIO. Biodiversitas*, 113:12-16.
- Lowe, C., Wetherbee, B., Crow, G., Tester, A. (1996). Ontogenetic dietary shifts and feeding behavior of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*. *Hawaiian waters. Environ Biol Fish* 47(2):203–211. doi:10.1007/bf00005044
- Lu, CC., & Ickeringill, R. (2002). Cephalopod beak identification and biomass estimation techniques: tools for dietary studies of southern Australian finfishes. *Museum Victoria Science Reports* 6: 1–65.
- Magurran, A.E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Méndez, G. (1981). Claves de Identificación y Distribución de langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del Mar y Ríos de la costa del Perú. *Biblioteca Instituto del Mar del Perú. Boletín* Vol. 5. pp. 1 - 170
- Mendoza, F. (2013). Estructura de la comunidad del holoplancton y meroplancton durante invierno y verano en el Golfo de California. [Tesis]. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. <http://www.biblioteca.cicimar.ipn.mx/oasis/Medios/tesis/mendozaspo1.pdf>
- Moscoso, V. (2012). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Boletín: Instituto del Mar del Perú (ISSN 0458–7766) Volumen 27, Números 1-2*. Recuperado en: <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/bitstream/handle/123456789/2190/Boletin%2027%20%201-2.pdf?sequence=1>
- Motulsky, H & Christopoulos, A. (2003). *Fitting Models to Biological Data using Linear and Nonlinear Regression. A practical guide to curve fitting*. GraphPad Software Inc., San Diego CA. Recuperado en: <http://www.graphpad.com>

- Munroe, S.E.M., Simpfendorfer, C.A. & Heupel, M.R. (2013). Defining shark ecological specialisation: concepts, context, and examples. *Rev Fish Biol Fisheries* 24:317–331 DOI 10.1007/s11160-013-9333-7
- Musick, J., Burgess, G, Cailliet, G., Camhi, M., & Fordham, S. (2000). Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). *Fisheries* 25(3): 9-13.
- Navarro-González, JA, Bohórquez-Herrera, J, Navia, AF, & Cruz-Escalona, VH. (2012). Composición trófica de batoideos en la plataforma continental frente a Nayarit y Sinaloa, México. *Ciencias marinas*, 38(2), 347-362. Recuperado el 02 de agosto de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802012000300002&lng=es&tlng=es.
- Navia, A. F., Mejía-Falla, P. A., & Giraldo, A. (2007). Feeding ecology of elasmobranch fishes in coastal waters of the Colombian Eastern Tropical Pacific. *BMC Ecology*, 7(1), 8. doi:10.1186/1472-6785-7-8.
- Navia A.F., Corte´s E. and Mejía-Falla P.A. (2010). Topological analysis of the ecological importance of elasmobranch fishes: a food web study on the Gulf of Tortugas, Colombia. *Ecological Modelling* 221, 2918–2926.
- Northridge, S.P. (1992). La pesca con redes de deriva y sus repercusiones en las especies capturadas incidentalmente: situación mundial. *FAO Documento Técnico de Pesca*. N°320. Roma, FAO. 126 págs.
- O´Shea, O., Thums, M., Keulen, M. & Meekan, M. (2011). Bioturbation by stingrays at Ningaloo Reef, Western Australia. *Marine and Freshwater Research*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1071/MF11180>
- Palmer M. (1990). The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology* 71:1195-1198.
- Pennington, J.T., Mahoney K.L., Kuwahara V.S., Kolber D.D., Calienes R., & Chavez F.P. (2006). Primary production in the eastern tropical Pacific: A Review. *Progress in Oceanography* 69: 285–317.
- Pérez Roda, M.A. (ed.), Gilman, E., Huntington, T., Kennelly, S.J., Suuronen, P., Chaloupka, M. and Medley, P. (2019). A third assessment of global marine fisheries discards. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 633*. Rome, FAO. 78 pp.
- Pinkas, L, Oliphant, MS., & Iverson, LK. (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in Californian waters. *California Department of Fish and Game, Fish Bulletin* 152: 1-105.
- Roque-Ventura, A. (2017). Hábitat trófico y relaciones alimenticias de peces costeros en el norte del ecosistema de la corriente del Humboldt. [Tesis de Maestría]. Repositorio de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Recuperado en: http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/3603/Habitat_RoqueVentura_%20Aldo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rosenberger, L.J. (2001). Pectoral fin locomotion in batoid fishes: undulation versus oscillation. *Journal of Experimental Biology* 204: 379-394
- Ruiz-Campos, G., Castro-Aguirre, JL., Balart, E., Campos-Dávila, L., & Vélez-Marín, R. (2010). New specimens and records of chondrichthyan fishes (Vertebrata: Chondrichthyes) off the Mexican Pacific coast. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81, n.o 2. <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=42516001011>.
- Shepherd, G. & Andrade, A. (2006). El enfoque ecosistémico : Cinco pasos para su implementación. *IUCN | Gland, Switzerland*. p.30.

- Silva, V., Morales, R., & Nava, M. (2014). Métodos clásicos para el análisis del contenido estomacal en peces. *Biológicas*. Volumen 16 (2). Pp 13 -16.
- Silva-Garay, L., Pacheco, A. & Velez-Zuazo, X. (2018). First assessment of the diet composition and trophic level of an assemblage of poorly known chondrichthyans off the central coast of Peru. *Environmental Biology of Fishes*. DOI: 10.1007/s10641-018- 0797-0. Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/326672763_First_assessment_of_the_diet_composition_and_trophic_level_of_an_assemblage_of_poorly_known_chondrichthyans_off_the_central_coast_of_Peru
- Simental, M. (2013). Ecología trófica de *Raja velezi* (Chirichigno, 1973), en la Costa Occidental de Baja California Sur, México. Thesis, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/18131>
- Soberón, J. & Llorente, J. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7: 480-488.
- Sommerville E, Platell ME, White WT, Jones AA, Potter IC. (2011). Partitioning of food resources by four abundant, co-occurring elasmobranch species: relationships between diet and both body size and season. *Mar Freshw Res* 62:54–65
- Spalding, MD., Fox, HE., Allen, GR., Davidson, N., Ferdaña, ZA., Finlayson, M., Halpern, BS., Jorge, MA., Lombana, SA., Lourie, et al. (2007). Marine Ecoregions of the World: A bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience* 57, n.o 7: 573-83. <https://doi.org/10.1641/B570707>.
- Valenti, S.V., & Kyne, P.M. (2009). *Raja velezi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009.e. T161344A5402772. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T161344A5402772.en>.
- Vaudo, J.J. & Heithaus, M.R. (2011). Dietary niche overlap in a nearshore elasmobranch mesopredator community. *Marine Ecology Progress Series* 425, 247-260.
- Walther, B. A. & Moore, J. L. (2005). The concepts of bias, precision, and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance. *Ecography*, 28: 1–15.
- Wehrtmann, I. S. & Cortés, J. (2009). *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. New York, NY: Springer.
- Wehrtmann, I. S. & Echeverría-Sáenz, S. (2007). Crustacean fauna (Stomatopoda: Decapoda) associated with the deepwater fishery of *Heterocarpus vicarius* (Decapoda: Pandalidae) along the Pacific coast of Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 55, 121–130.
- Wetherbee, BM. & Cortés, E. (2004). Food consumption and feeding habits. In: Carrier JC, Musick JA, Heithaus MR (eds) *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press, Boca Raton, pp 225–246
- Wolff, G.A. (1984). Identification and estimation of size from the beaks of 18 Species of cephalopods from the Pacific Ocean. NOAA Tech. Rep. NMFS 17, 50 p.
- Woodland, R. J., Secor, D. H., & Wedge, M. E. (2010). Trophic resource overlap between small elasmobranchs and sympatric teleosts in Mid-Atlantic Bight nearshore habitats. *Estuaries and Coasts* 34, 391–404.

Zavalaga, F., Elliott, W., Pastor, R., & Palacios, J. (2018). Guía ilustrada para el reconocimiento de peces capturados en la pesquería de arrastre. Lima. Instituto del Mar del Perú. 90 p.