



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**ECOLOGÍA ALIMENTARIA DE LA RAYA LÁTIGO DEL
ATLÁNTICO, *Hypanus sabinus* (LESUEUR 1824), EN LA
LAGUNA DE ALVARADO, SUROESTE DEL GOLFO DE
MÉXICO**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

PRESENTA:

ANDREA NATALI YESCAS-MALDONADO

Director de tesis:

Dr. Luis Fernando Del Moral-Flores

Tlalnepantla de Baz, Estado de México, 2024

“Por mi raza hablará el espíritu”



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Para Mallina, Adriano y Tomás, son lo más bonito que tengo.

*Yo quiero viajar lo más lejos posible
Quiero alcanzar la alegría que hay en mi alma,
Y cambiar las limitaciones que conozco
Y sentir como crecen mi espíritu y mi mente.
Yo quiero vivir, existir y “ser”,
Y oír las verdades que hay dentro de mí.*

-Doris Warshay

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá que me apoyo de todas las maneras posibles para que yo pudiera concluir mi carrera, que nunca me dejo sola y por su amor incondicional. No podría haberlo logrado sin ti.

A mi hermano por escucharme, por las platicas profundas, por los chistes y las idas al cine. Gracias por ser el mejor compañero desde que éramos niños.

A la Facultad de Estudios Superiores por el espacio para aprender tantas cosas, por las experiencias y aprendizajes que me hacen ser quien soy, y por la oportunidad de estudiar una de las carreras más bonitas.

Al Dr. Fernando del Moral por la paciencia y las enseñanzas brindadas en todo este tiempo, por sus consejos y por la confianza en mí para realizar este proyecto. Por siempre motivarme a ser lo mejor de mi y a estar segura de mis conocimientos y todo lo que soy capaz de hacer.

A mis amigos de la carrera Marifer, Abigaíl, Cinthya y Toño por darme los mejores recuerdos de mi vida, la carrera definitivamente fue mas sencilla porque estaban ustedes.

A Naomi por ser la persona más bonita que pude conocer gracias a que llegué a Iztacala, por ser mi mejor amiga y por siempre hacerme notar lo mejor de mí, gracias por no dejarme caer. A Karen que su juventud siempre me da ánimos para seguir con todo lo difícil, que siempre tiene algo bonito para decirme y algo que enseñarme. Las amo, gracias por bailar conmigo.

A Israel que me enseña a ver todo de manera más objetiva y por aventarte todos mis dramas cada que sentía que no podía. Por todo el cariño tan sincero, por

decirme hasta el cansancio lo capaz que soy y estar conmigo en este proceso tan importante para mí. Le amo mucho, niña.

A mis compañeros de laboratorio: Rubén, Romina, Paulina, Charlie, Karlita y Lalo, por los momentos tan divertidos, el drama de los recién egresados, y las fiestas donde la pasamos tan bien y pudimos olvidarnos un ratito de las responsabilidades. Mucho éxito para todos nosotros.

A los profesores, Adolfo Cruz, Mónica Isaí, Rafael Chávez y Norma Navarrete, por los comentarios y apoyo brindado para mejorar mi proyecto.

A los pescadores de la Laguna de Alvarado, Veracruz por todo el apoyo para que pudiéramos lograr este y otros proyectos del laboratorio.

Agradezco al proyecto PAPIIT UNAM IA207820 por el financiamiento para llevar a cabo este proyecto.

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	6
OBJETIVOS.....	9
MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
Área de estudio.....	10
Trabajo de campo.....	11
Trabajo de laboratorio.....	11
RESULTADOS.....	17
Tabla 1: Índice de Morisita-Horn mostrando la similitud en el traslape trófico de sexos y grupos de tallas de <i>Hypanus sabinus</i>	24
Tabla 2. Índice de Levin (valor estandarizado de Hurlbert) de sexos y grupos de tallas en el estudio trófico de <i>Hypanus sabinus</i>	25
DISCUSIÓN	26
CONCLUSIONES	32
LITERATURA CITADA.....	33
ANEXOS.....	45
Anexo 1. Espectro trófico de <i>Hypanus sabinus</i> en la Laguna de Alvarado, Veracruz.....	45
Anexo 2. Espectro trófico de <i>Hypanus sabinus</i> por tallas en la Laguna de Alvarado, Veracruz	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplar de <i>Hypanus sabinus</i> (hembra madura) capturado en la Laguna de Alvarado, Veracruz.....	4
Figura 2. Mapa de la Laguna de Alvarado, Veracruz, suroeste del Golfo de México (elaboración, E. López-Segovia, 2020).	10
Figura 3. Morfometría obtenida ejemplar macho de <i>Hypanus sabinus</i> . LT) Longitud total; AD) ancho del disco; LD) longitud del disco.	13
Figura 4. Estructura de tallas de machos y hembras de la raya látigo del Atlántico <i>Hypanus sabinus</i> capturadas en la Laguna de Alvarado.....	17
Figura 5. Frecuencia de cada grupo de tallas (ancho de disco en cm) de hembras y machos de <i>Hypanus sabinus</i>	17
Figura 6. Relación entre en ancho del disco y el peso de machos y hembras de la raya látigo del Atlántico.	18
Figura 7. Lámina representativa de algunos de los ítems alimentarios de <i>Hypanus sabinus</i> en la Laguna de Alvarado.	19
Figura 8. Índice de importancia relativa de las presas de <i>Hypanus sabinus</i>	20
Figura 9. Índice de importancia relativa de las presas de hembras y machos de <i>Hypanus sabinus</i>	21
Figura 10. Índice de importancia relativa de las presas de hembras y machos de <i>Hypanus sabinus</i>	22
Figura 11. Curvas de acumulación (con desviación estándar) de ítems alimentarios encontrados en organismos de (A) ambos sexos, (B) hembras y (C) machos de <i>Hypanus sabinus</i>	23
Figura 12. Curvas de acumulación (con desviación estándar) de ítems alimentarios encontrados los grupos de tallas 13-25cm y 29-39cm de ancho de disco en <i>Hypanus sabinus</i>	24

RESUMEN

Los batoideos son depredadores activos y se alimentan de peces e invertebrados que se encuentran en el fondo marino y la columna de agua, desempeñan un papel importante en las redes tróficas costeras ya que pueden servir como una conexión del flujo de energía entre el ambiente pelágico y el demersal. La raya látigo del Atlántico, *Hypanus sabinus* (Lesueur, 1824) es una especie costera y eurihalina, incursionando en ambientes estuarinos a lo largo de la costa del Golfo de México. Es una de las especies con mayor aportación en la pesca artesanal del estado de Veracruz, México, dado que su carne puede ser aprovechada para consumo local o regional. A pesar de su importancia económica y ecológica, su pesca está escasamente regulada por lo que sus poblaciones podrían estar siendo afectadas. El presente estudio busca analizar la ecología trófica de la población *H. sabinus*, que habitan en una laguna costera. Para ello se capturaron en total 277 organismos en la Laguna de Alvarado, Veracruz, durante el período de febrero 2020 a marzo 2021, de los cuales 139 fueron hembras (13.5-52 cm de ancho de disco [AD]) y 138 machos (14-38 cm AD); se encontró que hubo una proporción de sexos 1:1 (por cada macho hay una hembra). Se analizaron 179 estómagos encontrando contenido estomacal únicamente en 174. En cuanto al espectro trófico se encontraron un total de 67 presas que pertenecen principalmente a tres grupos: crustáceos, moluscos y peces; siendo el grupo de los crustáceos el más importante. En el grupo de los crustáceos, las especies más importantes son *Discapseudes holthuisii* con un Índice de Importancia Relativa (IIR) de 1488.32, *Penaeus aztecus* con un IIR de 472.60 y *Discapseudes mexicanus* con un IIR de 363.47. Conforme al índice de Morisita-Horn (C_H), se observó una alta similitud entre las dietas de machos y hembras ($C_H=0.91$), así como entre los grupos de tallas 13-25 cm y 26-39 cm AD ($C_H=0.85$). Con base en el índice de Levin, se encontró que *H. sabinus* presenta una dieta de tipo especialista, esto de manera general, por sexos y en los grupos de tallas 13-25 cm y 26-39 cm AD.

INTRODUCCIÓN

Los elasmobranquios son un grupo de peces cartilagosos que pertenecen a la clase Elasmobranchii. Estos se caracterizan por tener un esqueleto cartilaginoso con mineralización prismática llamada “tesserae”, tienen escamas placoideas o dentículos dérmicos, además de reproducción interna, por tal motivo se observa un dimorfismo sexual en donde los machos presentan órganos copuladores denominados mixopterigios. La mayoría muestra tasas bajas de reproducción, crecimiento lento y una baja natalidad (Hoenig y Gruber, 1990; Nelson, 2006). Los elasmobranquios se subdividen en cuatro superórdenes, en tres de ellos se agrupan a los tiburones, mientras que en el superorden Batoidimorpha (Batoideos), se encuentran las diferentes especies de rayas (Compagno *et al.*, 1989; Last y Stevens, 1994).

Los batoideos son peces cartilagosos comúnmente conocidos como rayas, mantarrayas, entre otros, la mayoría son organismos marinos que se han adaptado a una amplia variedad de hábitats, por lo cual, pueden encontrarse en todos los océanos del mundo. Se caracterizan por presentar un cuerpo dorsoventralmente aplanado y las aletas pectorales fusionadas al cráneo y cuerpo. Los ojos y espiráculos están ubicados al dorso o a los lados de la cabeza, mientras que las aberturas branquiales y orificios nasales se encuentran en posición ventral (Fischer *et al.*, 1995; McEachran y Notarbartolo di Sciara, 1995).

Son considerados depredadores activos y se alimentan de peces e invertebrados que se encuentran en el fondo marino y la columna de agua, desempeñan un papel importante en las redes tróficas costeras ya que pueden servir como una conexión del flujo de energía entre el ambiente pelágico y demersal, controlando las poblaciones de otras especies y manteniendo el equilibrio de los recursos marinos (Bizarro *et al.*, 2007; Treloar *et al.*, 2007; Barbini *et al.*, 2011; Ferreti *et al.*, 2013).

El grupo de los Batoidei es un grupo diverso a nivel mundial, incluye a los patinadores, rayas, rayas eléctricas o torpedos, chuchos, rayas gavián, peces sierra, mantas, mantarrayas, entre otros. En la actualidad se han descrito 633 especies de batoideos agrupados en 17 familias (Last *et al.*, 2016; Nelson *et al.*, 2016). En México se han registrado 95 especies agrupadas en 5 órdenes, 14 familias y 33 géneros (Del Moral-Flores *et al.*, 2016).

Una de las familias con mayor importancia económica es la familia Dasyatidae (CONAPESCA-INP, 2004), que comprende organismos caracterizados por tener un disco 1.3 veces más ancho que largo, sin aleta caudal, una cola larga (más larga que el ancho del disco) en forma de látigo (Nelson, 2006). Es una de las familias más diversas y abundantes dentro del grupo de batoideos ya que cuenta con 89 especies alrededor del mundo (Lim *et al.*, 2015) y 9 especies en México (Del Moral Flores *et al.*, 2016).

La especie *Hypanus sabinus* (Lesueur, 1824) es conocida comúnmente como, la raya látigo del Atlántico, es considerada una especie eurihalina, que penetra a los estuarios y ríos (Reyes-Ramírez *et al.*, 2018) y tiene hábitos costeros (Bigelow y Schroeder, 1953). Su distribución geográfica comprende desde Nueva Inglaterra hasta la península de Yucatán, México (Wallman y Bennett, 2006). Esta especie influye en los niveles tróficos más bajos como depredador bentónico (Cross y Curran, 2000) y funge como ingeniero de los ecosistemas al alterar la morfología bentónica (Reidenauer y Thistle, 1981).

La raya látigo del Atlántico, se caracteriza por presentar el morro muy pronunciado, bordes del disco redondeados y una coloración café amarillenta en la superficie dorsal y blanquecina en la superficie ventral (Fig. 1) (Castro-Aguirre y Espinosa Pérez, 1996).



Figura 1. Ejemplar de *Hypanus sabinus* (hembra madura) capturado en la Laguna de Alvarado, Veracruz.

En México, al igual que en muchos países, la captura artesanal de batoideos es una actividad pesquera de gran importancia (CONAPESCA-INP, 2004), y a diferencia de otros recursos pesqueros que soportan una intensa explotación comercial. Las poblaciones de batoideos pueden ser disminuidas más fácilmente inclusive con un nivel de poca mortalidad en pesca (Musick, 1999). A pesar de su importancia económica y ecológica, esta actividad ha sido escasamente regulada (Bizarro *et al.*, 2009; Flores-Ortega *et al.*, 2015).

Una de las primeras medidas de manejo en México establecidas para el grupo, fue el establecimiento de una moratoria de nuevos permisos para la captura de batoideos y tiburones la cual, se implementó con el objetivo de no incrementar el esfuerzo pesquero mientras no se conociera el estado de las diferentes poblaciones

de elasmobranchios (Castillo-Géniz *et al.*, 1998). La estrategia de manejo más reciente que se ha tomado en torno a estos organismos es el establecimiento de un periodo de veda temporal, el cual inicia el primero de mayo y termina el 31 de julio (DOF, 2012 a).

La carta nacional pesquera menciona que *H. sabinus* es una especie de importancia pesquera para el Golfo de México y también se menciona como una especie sobreexplotada para las costas de Tamaulipas a Tabasco (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón, 2011; DOF, 2012). Sin embargo, no se han hecho muchos estudios que contribuyan al conocimiento para el manejo y control pesquero de esta especie.

Las investigaciones sobre la ecología trófica de los organismos pueden contribuir a una mejor comprensión del papel de los mesodepredadores (Rocchi *et al.*, 2017) y ayudar en el desarrollo de enfoques de gestión basados en ecosistemas, ya que esta información aumenta la comprensión de los impactos de la pesca (Grubbs *et al.*, 2016). Además, este tipo de estudios permiten identificar cómo los organismos acceden a los recursos alimentarios, los niveles tróficos en los que se encuentran, además de las interacciones que establecen. Son trabajos de alta importancia para determinar estrategias para un manejo sustentable de los grupos biológicos (Dunne *et al.*, 2004; Wetherbee y Cortés, 2004; Navia *et al.*, 2012). Debido a lo anterior en este estudio se abordaron aspectos sobre la ecología trófica de *H. sabinus*, con el fin de determinar su dieta y sus variaciones intraespecíficas.

ANTECEDENTES

El estudio sobre los hábitos alimentarios de los batoideos es bastante amplio, se han descrito aspectos como el grado de especialización que pueden presentar en sus dietas y las presas principales de las que se alimentan (De la Rosa Meza *et al.*, 2013; Lipej *et al.*, 2013; Plagiarini *et al.*, 2020), las diferencias que hay en su alimentación conforme a su ontogenia, sexo y morfología (Moura *et al.*, 2008; Gonzáles-Pestana *et al.*, 2021). Así mismo, se ha estudiado su papel y nivel en las redes tróficas (Jacobsen y Bennett, 2013; Márquez-Velásquez *et al.*, 2019)

En México se han llevado a cabo numerosos estudios sobre la ecología alimentaria de distintas especies de batoideos (Flores-Ortega *et al.*, 2011; Cabrera-Meléndez, 2017; Serrano-Flores, 2017; Ramírez, 2019). Sin embargo, son escasos los de la familia Dasyatidae (Simental-Anguiano, 2011; Vélez-Tacuri, 2018).

Existen varios estudios de la alimentación de especies de la familia Dasyatidae del género *Hypanus* en el Atlántico occidental y Pacífico oriental. Entre los más importantes se encuentran los siguientes:

Stokes y Holland (1992), analizaron la alimentación de *H. americanus* en la bahía Tampa en Florida, describen que su alimentación se basa principalmente de los organismos más abundantes de la bahía, que es la lanceta *Branchiostoma floridae*.

Gilliam y Sullivan (1993), estudiaron los hábitos alimenticios de *H. americanus* en las Bahamas. Encontraron que en su dieta predominan los crustáceos y teleósteos.

López-García *et al.* (2012) describieron la alimentación de *H. longus* tomando en cuenta las variables de sexo, temporada y ontogenia. Reportaron que la dieta de la especie se compone principalmente de camarones y peces. Además, consideran a la especie como un depredador oportunista.

Restrepo (2016), analizó la dieta de *H. dipterura* en la bahía de la Paz en BCS, encontrando que se alimenta principalmente de *Solemya* spp. y *Nannosquilla raymanningi*.

Wrigglesworth (2018), encontró que la dieta de *H. americanus* se compone principalmente de moluscos y anélidos y reporta que no hay preferencia por alguna presa en específico.

Queiroz *et al.* (2019) analizaron la composición de la dieta y el nivel trófico de *H. marianae*, en la costa de Pernambuco, Brasil. Encontraron que se alimenta principalmente de poliquetos, isópodos, y algunos crustáceos del suborden Dendrobranchiata.

Gianeti *et al.* (2019), reportaron que individuos de la especie *H. guttatus* resultaron oportunistas y se alimentan de las presas disponibles en su hábitat (en aguas tropicales del noroeste de Brasil), como poliquetos, moluscos, teleósteos, crustáceos, entre otros. Además, encontraron que en organismos de mayor tamaño incrementó el consumo de moluscos, mientras que en los de menor tamaño predominaban los crustáceos.

Freitas *et al.* (2019), analizaron el comportamiento de alimentación de *H. americanus* a lo largo del día, durante los ciclos de marea y los periodos crepusculares.

En cambio, hasta el momento se han estudiado algunos aspectos sobre la biología de *H. sabinus*. Destaca la anatomía (Kobelkowsky, 2010), biología reproductiva (Lewis, 1982; Snelson *et al.*, 1988; Johnson y Snelson, 1996), comportamiento y morfología sensorial (Reidenauer y Thistle. 1981; McGowan y Kajiura, 2009; Cave y Kajiura, 2020) y dimorfismo sexual (Kajiura y Tricas, 1996). Pero a pesar de ser un mesodepredador, no se han llevado a cabo muchos estudios sobre la alimentación de *H. sabinus*.

Wallman y Bennett (2006) evaluaron los efectos de la temperatura sobre la alimentación y reproducción de *H. sabinus*. Encontraron que parte de su distribución y movimiento están dictado por los efectos que tiene la temperatura sobre su fisiología, como la preferencia a ciertas temperaturas antes o después de alimentarse. Sin embargo, no se menciona que la temperatura pueda afectar sus preferencias alimentarias.

OBJETIVOS

-OBJETIVO GENERAL

Analizar la ecología trófica de la raya látigo del Atlántico, *H. sabinus*, que habita en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, Sureste del Golfo de México.

-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir las características poblacionales de *H. sabinus* en la Laguna de Alvarado, Veracruz.

Determinar la composición de los ítems alimentarios de la raya látigo del Atlántico.

Analizar la amplitud de nicho trófica por sexos.

Determinar si existe variación en la dieta entre sexos y tallas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio.

La Laguna de Alvarado pertenece al sistema Lagunar de Alvarado, el cual se encuentra en la planicie costera del estado de Veracruz, entre $18^{\circ} 43' 00''$ $18^{\circ} 52' 15''$ N y $95^{\circ} 40' 95^{\circ} 57' W$ (Fig. 2); tiene una longitud aproximada de 26 km, un ancho de 5 km y cubre un área de aproximadamente 6,200 ha (Castañeda y Contreras 2001). Se comunica con el mar a través de la “boca de Camaronera” y con la “boca de Alvarado” (Rosales-Hoz *et al.*, 1985; Contreras-Espinosa, 1993). El sistema lagunar presenta una gran aportación de sedimento y materia orgánica, gracias a las descargas de los ríos Papaloapan, Blanco, Limón, Acula y algunos escurrimientos y arroyos en las orillas de la laguna (Contreras-Espinosa, 1993; De la Lanza-Espino y Lozano-Montiel, 1999).

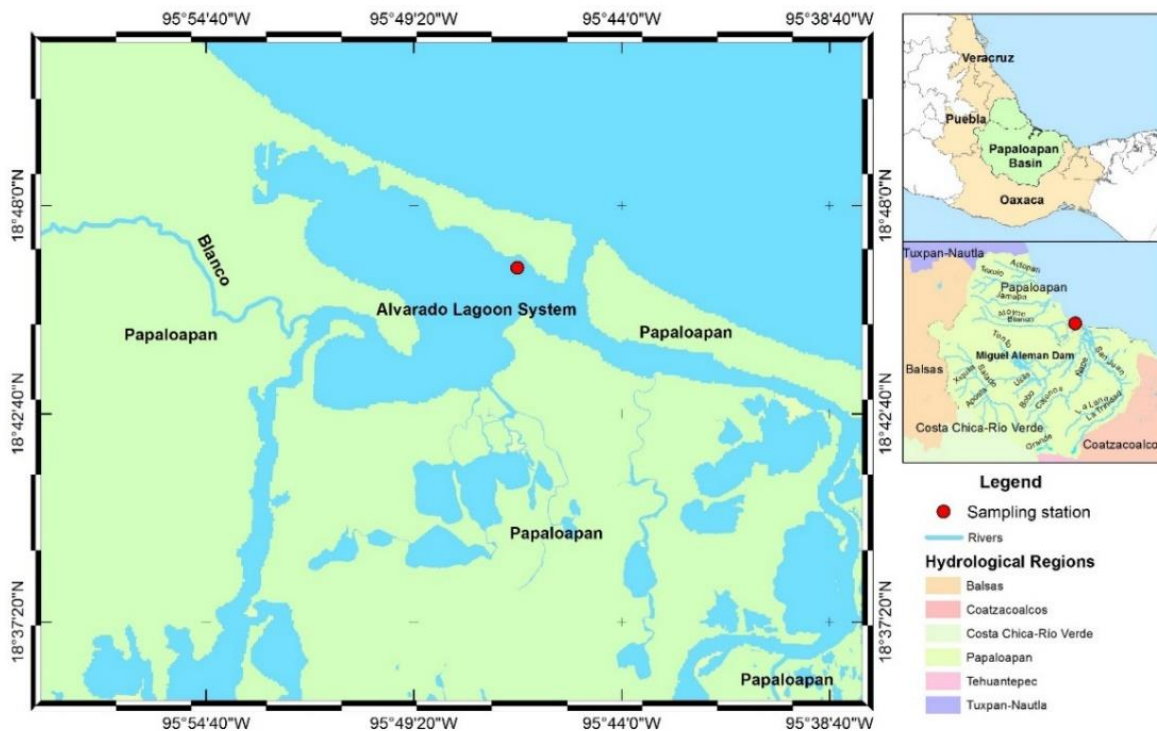


Figura 2. Mapa de la Laguna de Alvarado, Veracruz, suroeste del Golfo de México (elaboración, E. López-Segovia, 2020).

Presenta un clima de tipo Aw "2 (i), que corresponde a cálido subhúmedo con lluvias en verano (Arriaga *et al.*, 2000). La temperatura media anual es de 26°C; la temporada de sequía se presenta entre los meses de enero a mayo, la de lluvias inicia en junio y los nortes tienen lugar en noviembre, generalizándose en enero (Reséndez-Medina, 1973). La precipitación media anual es de 500 a 2500 mm Los suelos dominantes de la región son de tipo Gleysol (38%), Vertisol (24%), Arenosol (15%) y Solonchak (2%) (INEGI, 2009).

El complejo lagunar de Alvarado es un ecosistema altamente productivo: alberga extensos bosques de mangle (mangle rojo, *Rhizophora mangle*; mangle blanco, *Laguncularia racemosa*; y mangle negro, *Avicennia germinans*), es hábitat del manatí *Trichechus manatus* (en peligro de extinción) y es refugio de especies de aves consideradas en peligro o amenazadas (CONANP, 2014).

Trabajo de campo

Los ejemplares de *H. sabinus*, se capturaron mensualmente desde febrero de 2020 a marzo de 2021. La captura la realizaron los pescadores de la Laguna de Alvarado, quienes ocuparon redes de enmalle de 500 m de longitud y 2.5 m de caída, y una abertura de malla de 5 cm. Estas muestras fueron congeladas para su traslado al Laboratorio de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores, en donde se corroboró la especie mediante claves especializadas (Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez, 1996).

Trabajo de laboratorio

Los ejemplares fueron descongelados a temperatura ambiente con baños de agua corriente. Posteriormente se tomaron datos morfológicos básicos: se registró el peso total en gramos (PT), la longitud total (LT), el ancho del disco (AD) y la longitud del disco (LD) en cm (Fig. 3). A sí mismo se determinó el sexo por la presencia del mixopterigio en machos.

Una vez obtenidos estos datos, se realizó una disección abdominal para extraer los estómagos. Estos fueron pesados antes y después de retirarles el

contenido estomacal. El cual, se examinó por medio de microscopio estereoscópico y se separaron las presas en grandes grupos (crustáceos, bivalvos, poliquetos, peces y otros grupos). Se identificaron hasta el nivel taxonómico más bajo posible con base en guías especializadas y libros de apoyo para cada grupo (Brusca, 1980; Salazar-Vallejo *et al.*, 1989; Fischer *et al.*, 1995; McEarchran y Fechhelm, 1998; Chapman, 2007; Huber, 2010; Winfield-Aguilar *et al.*, 2013).



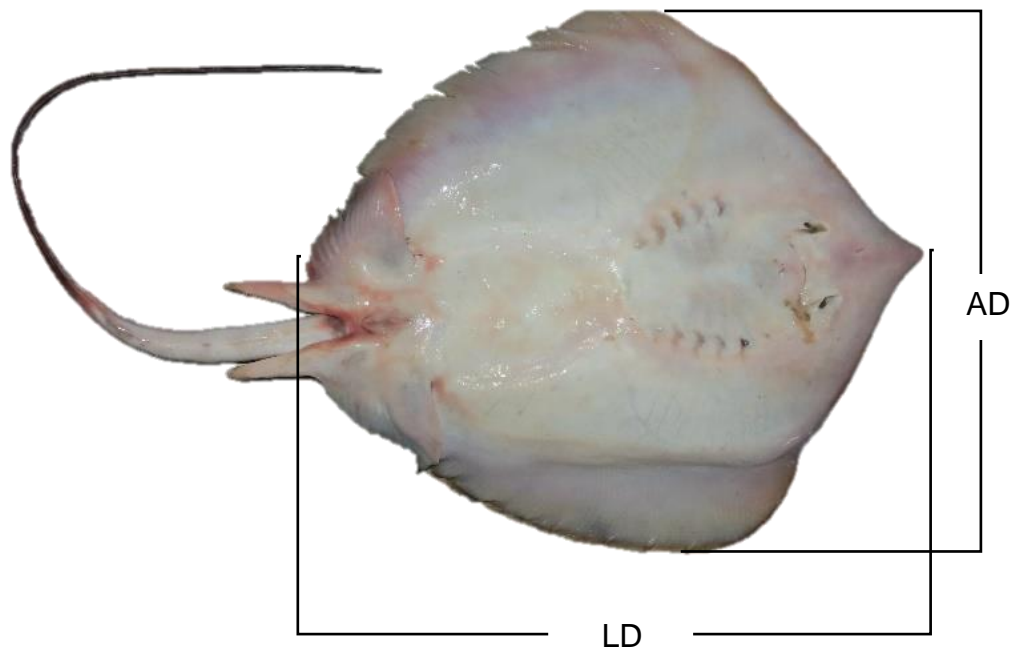


Figura 3. Morfometría obtenida ejemplar macho de *Hypanus sabinus*. LT) Longitud total; AD) ancho del disco; LD) longitud del disco.

La proporción de sexos se obtuvo basada en la razón hembras/machos del total de la muestra. Se aplicó una prueba de Chi-cuadrada (χ^2) para determinar una significancia entre la relación teórica-esperada (1H: 1M) y la relación calculada, por medio del programa Rstudio (2020). La χ^2 se expresó como:

$$\chi^2 = \sum_i \frac{-(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde:

Σ i= suma,

O_i = Relación observada

E_i = Relación esperada.

Los valores calculados y tabulados de χ^2 se compararon con una $\alpha = 0.05$ para determinar el nivel de significancia (Zar, 2010).

Para establecer la relación longitud-peso de machos y hembras, se realizó una regresión lineal, calculando los valores de a y b de la ecuación $W=aL^b$ (Froese, 2006), donde W es el peso total en gramos y L la longitud en cm; así mismo, se determinó el tipo de crecimiento donde: el crecimiento es isométrico ($b=3$) cuando su peso aumenta de forma proporcional a su longitud, alométrico positivo ($b>3$) cuando incrementan su peso en mayor proporción a su longitud y alométrico negativo ($b<3$) cuando los individuos incrementan preferencialmente su longitud relativa más que su peso. Aunque, se consideraron especies de crecimiento isométrico las que fluctuaron dentro de los valores $b=2.5$ y $b=3.5$. (Carlander, 1969; Froese, 2006). Se aplicó una prueba de “t” student al 95% para comparar el valor teórico de “n” igual a 3 (Sokal y Rohlf, 1969).

Para poder hacer una comparación de la dieta no solo entre sexos si no también entre tallas, se formaron tres grupos de tallas 13-25, 26-39 y 40-52 cm utilizando la medida del AD.

Para determinar si el número de muestras recolectadas es el suficiente para describir la dieta del depredador se utilizó el método de curva acumulación de especies sugerido por Cortes (1997). Para la construcción de las curvas se utilizó el programa Estimate Version 9 (Colwell, 2013) y R studio (2020), una vez obtenidas las curvas se determinó el punto donde las curvas alcanzaron el 100% y 50% de las presas encontradas en este estudio.

Se usaron tres estimaciones, que combinadas permiten cuantificar la importancia total de cada presa (Hyslop, 1980):

Frecuencia de ocurrencia (índice de frecuencia de ocurrencia), que es la proporción de estómagos en donde la presa fue encontrada.

$$\%FO = N_o / N_s,$$

Donde:

N_o = es el número de ocurrencias de la categoría i .

Ns= es el número total de estómagos con alimento analizados.

Abundancia relativa (índice numérico), que es el porcentaje de individuos de un tipo de presa en particular, en relación del total de las presas de todos los estómagos.

$$\%N = Ni/Nt,$$

Donde:

Ni= es el número de organismos encontrados en la categoría i.

Nt= es el número total de organismos encontrados en todas las categorías.

Biomasa relativa (índice gravimétrico), se refiere a el porcentaje del peso que comprende un tipo de presa del total de peso de todo el contenido estomacal.

$$\%G = Gi/Gt$$

Donde:

Gi= es el peso de la categoría i

Gt= es el peso total de todas las categorías encontradas.

Con estos datos se obtuvo el Índice de importancia relativa de cada presa propuesto por Pinkas *et al.* (1971). El intervalo de valores de IIR es como mínimo 0 y máximo 20,000.

$$IIR = ((\%N + \%G) / (\%FO))$$

Para una mejor comparación de los datos se utilizará la fórmula de Cortes (1997) para obtener los valores en porcentaje.

$$\%IIR = 100 * IIRi / \sum_{i=1}^n IIRi$$

Para evaluar el traslape trófico entres sexos y tallas se empleó el índice de Morisita-Horn que se describe en la siguiente ecuación:

$$C_H = \frac{2 \sum_i^n P_{ij} P_{ik}}{\sum_i^n P^2_{ij} + \sum_i^n P^2_{ik}}$$

Donde:

C_H = Índice de Morisita-Horn indica el traslape del depredador j y el depredador k.

P_{ij} = Proporción numérica de la presa i del total de presas usadas por el depredador j.

P_{ik} = Proporción numérica de la presa i del total de presas usadas por el depredador k.

n= número total de presas.

Los valores <0.29 indican poco traslape, valores de 0.30-0.65 traslape medio y valores >0.66 indican traslape alto. El valor de 1 indica que todos los componentes alimenticios son iguales (Horn, 1966; Langton, 1982; Smith y Zaret, 1982). Para el cálculo de este índice se utilizó el programa Past 3 (Hammer *et al.*, 2001).

Finalmente, la amplitud de la dieta (si la especie es generalista o especialista) se determinó mediante el Índice de Levin (Krebs, 1998) y se expresa de la siguiente forma:

$$B = \frac{1}{\sum p_i^2}$$

Donde B es el índice de Levins y p_i es la proporción con la cual cada categoría de la presa i contribuye a la dieta.

Para una mejor interpretación de los datos, se estandarizaron con el método de Hurlbert (Krebs, 1998), el cual asume valores de 0 a 1. Cuando los valores de B_a son menores de 0.60, el organismo se considera especialista. Cuando los valores son cercanos a uno (> 0.60), su espectro es generalista. Se expresa de la siguiente forma:

$$B_a = \frac{B - 1}{N - 1}$$

Donde B = el valor obtenido de Levins y N = número de tipos alimentarios.

RESULTADOS

Se procesaron 277 organismos de *H. sabinus* de los cuales 139 resultaron hembras y 138 machos. El intervalo de tallas osciló para las hembras desde 13.2 a 52 cm AD y para los machos desde 14 a 38 cm AD (Fig. 4). Además, el grupo de 48-52 cm AD fue el grupo con menor número de individuos (Fig. 5)

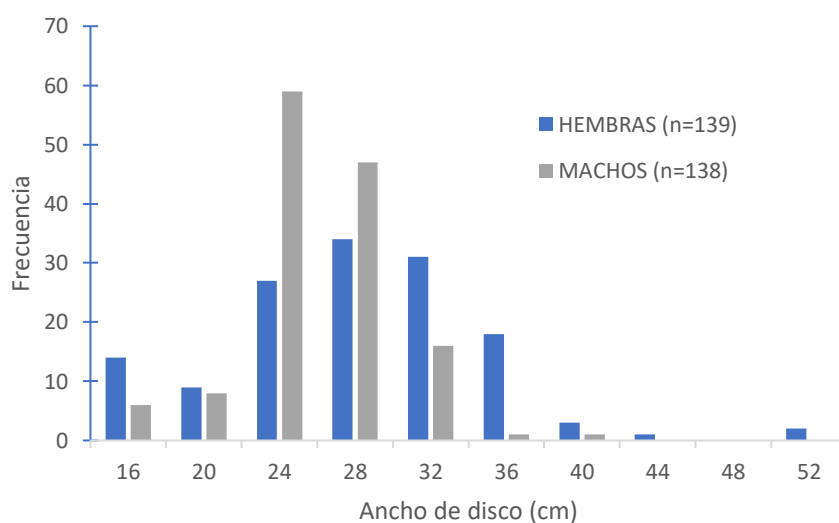


Figura 4. Estructura de tallas de machos y hembras de la raya látigo del Atlántico *Hypanus sabinus* capturadas en la Laguna de Alvarado.

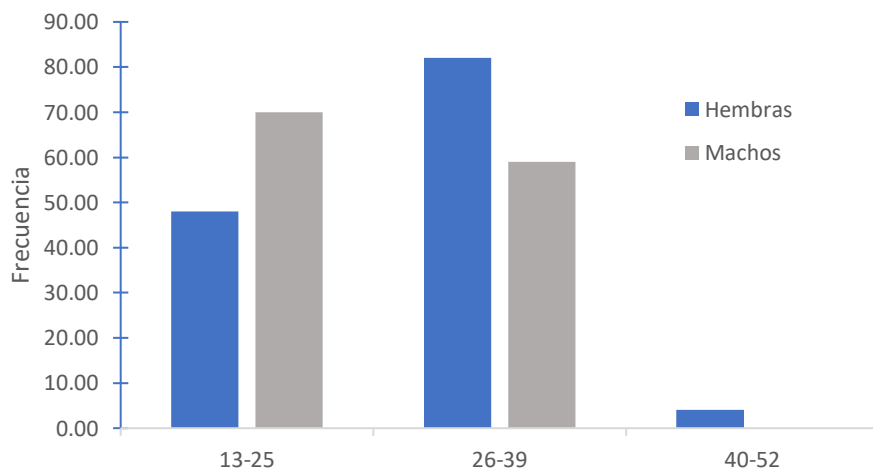


Figura 5. Frecuencia de cada grupo de tallas (ancho de disco en cm) de hembras y machos de *Hypanus sabinus*.

La proporción de machos y hembras de la especie fue de 1.007:1 ($X^2 = 0.0036101$; g.l.= 1; $p= 0.9521$), no hay diferencia significativa entre la proporción teórica (1:1).

Ambos sexos de la especie presentaron una relación isométrica entre el peso y el ancho, su peso aumenta en proporción a su longitud (Fig. 6); hembras ($b=3.12$; $t=1.90$), machos ($b=3.15$; $t=2.02$).

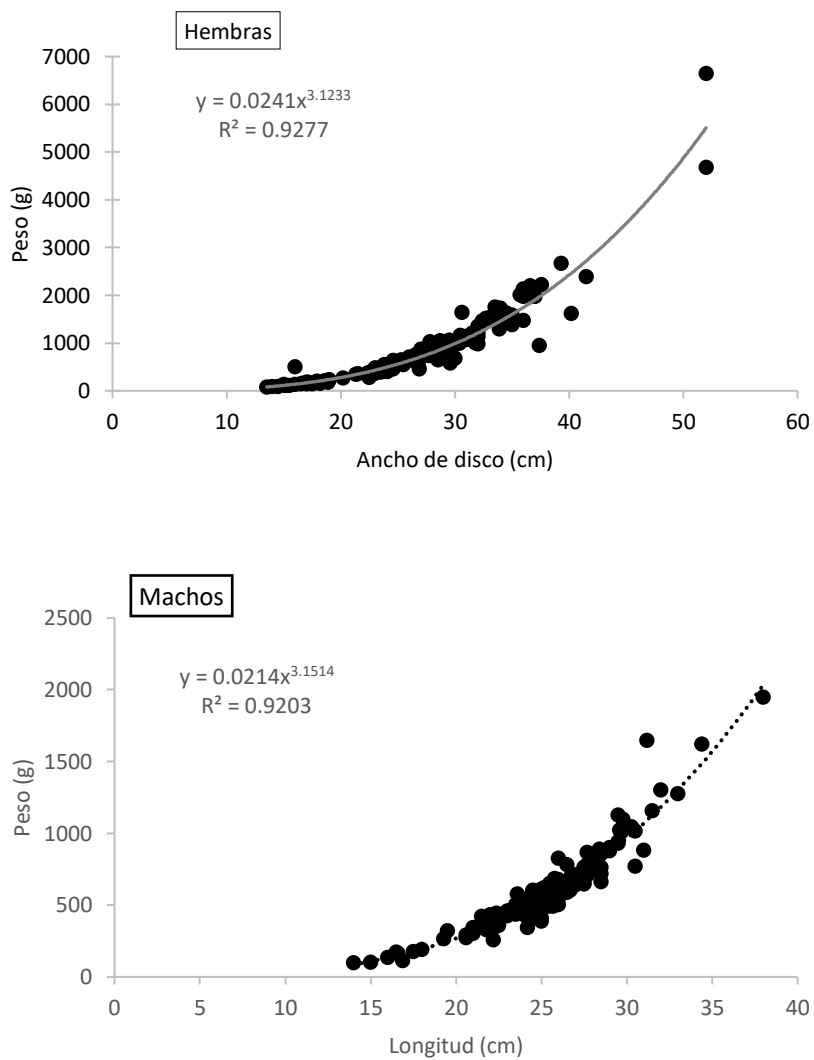


Figura 6. Relación entre en ancho del disco y el peso de machos y hembras de la raya látigo del Atlántico.

En total solo se revisaron 194 estómagos (70.03% de la muestra total), de los cuales 102 fueron de hembras y 92 de machos. En cuanto a los grupos de tallas 74

estómagos correspondieron al grupo de 12-25 cm, 114 al grupo 26-39 cm y 6 al grupo de 40-52 cm AD.

La dieta de *H. sabinus* estuvo compuesta por 63 presas que pertenecen principalmente a tres grupos: crustáceos, moluscos y peces. En total se lograron determinar 34 especies, siendo el grupo de los crustáceos el que presentó mayor cantidad de especies (Fig.7) (Anexo1).

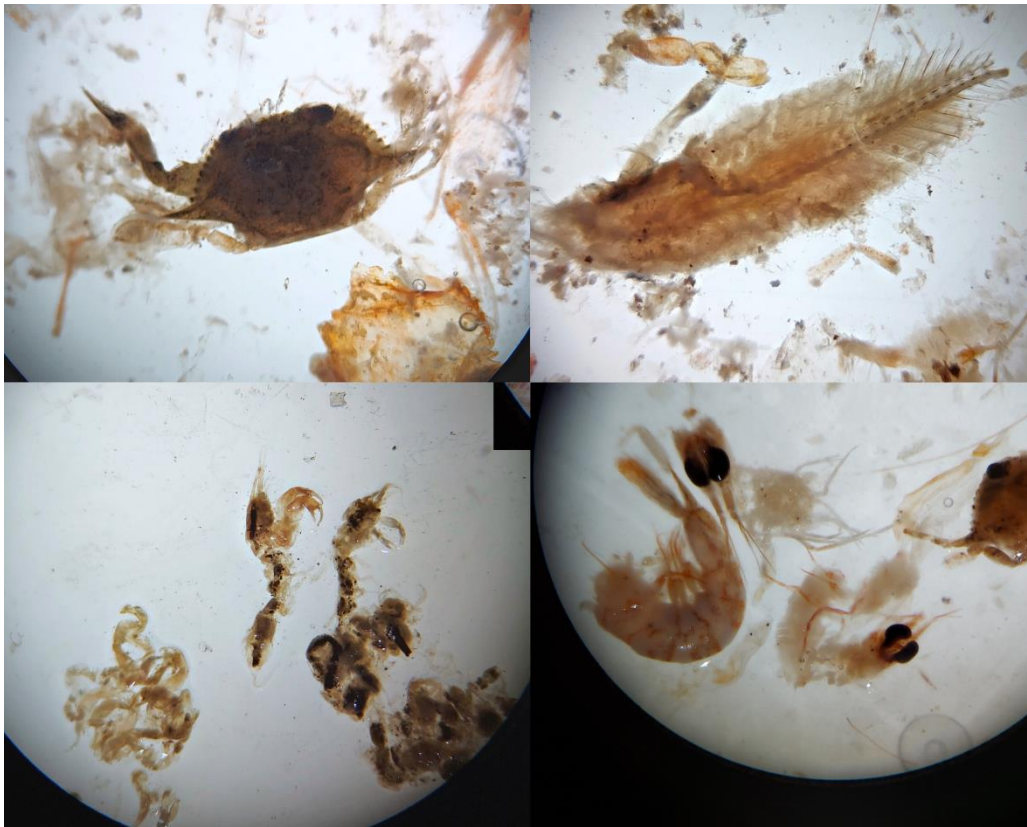


Figura 7. Lámina representativa de algunos de los ítems alimentarios de *Hypanus sabinus* en la Laguna de Alvarado.

Respecto a los índices, para ambos sexos se obtuvo que en el índice numérico la presa en presentar mayor cantidad de organismos fue *Discapseudes holthuisi* (46.14%), seguida de *Discapseudes mexicanus* (28.22%). En el índice de frecuencia de ocurrencia, las presas más frecuentes en los estómagos fueron *D. holthuisi* (30.41%), *Penaeus aztecus* (13.92%) y *Callinectes rathbunae* (13.92%).

Para el índice gravimétrico, las presas en presentar mayor peso fueron *Penaeus aztecus* (32.98%), el orden Decapoda (16.66%) y la familia Penaeidae (8.92%) (Anexo 1).

De acuerdo con el IIR el grupo de los crustáceos es el más importante. Las especies *D. holthuisii* (51.71%) y *P. aztecus* (16.21%) presentaron los mayores valores del IIR. Basándonos en los valores de IIR de manera descendente siguen las especies *D. mexicanus* (12.63%), el grupo de los decápodos (5.66%), *Callinectes rathbunae* (4.01%) y el grupo de los peneidos (3.56%) (Fig. 8) (Anexo 1).

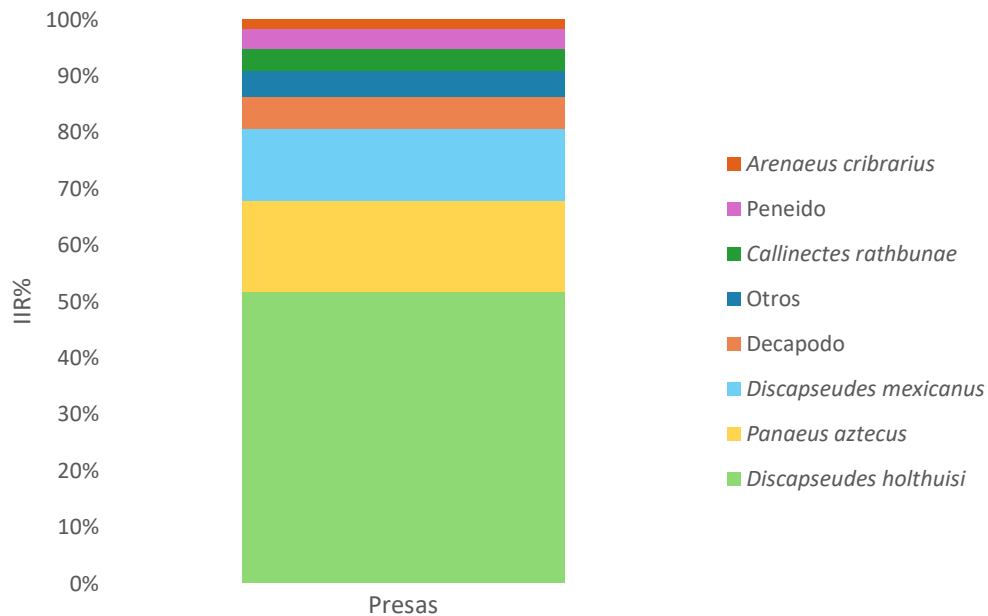


Figura 8. Índice de importancia relativa de las presas de *Hypanus sabinus*.

En cuanto a la alimentación por sexos, en el caso de las hembras no hubo diferencia en el índice numérico y gravimétrico en comparación con el análisis global de ambos sexos. El índice de frecuencia de ocurrencia mostró mayor presencia de algunos moluscos del grupo Bivalvia (15.69%). Conforme al IIR la clase decápoda presenta las especies con mayores valores: *D. holthuisi* (43.14%), *D. mexicanus* (18.82%) y *P. aztecus* (13.84%). Con relación a la dieta de los machos, fue menor

la cantidad ítems alimentarios encontrados. Para los índices se encontró que, en el de frecuencia de ocurrencia se observó mayor presencia de la especie *C. rathbunae* (17.39%), y la clase Polychaeta (8.70%) y para el índice numérico hubo mayor cantidad de organismos de la especie *Chondrochelia dubia* (11.98%). No se presentó diferencia en las presas importantes conforme al IIR en comparación a las hembras y a la dieta para ambos sexos (Fig. 9) (Anexo 1).

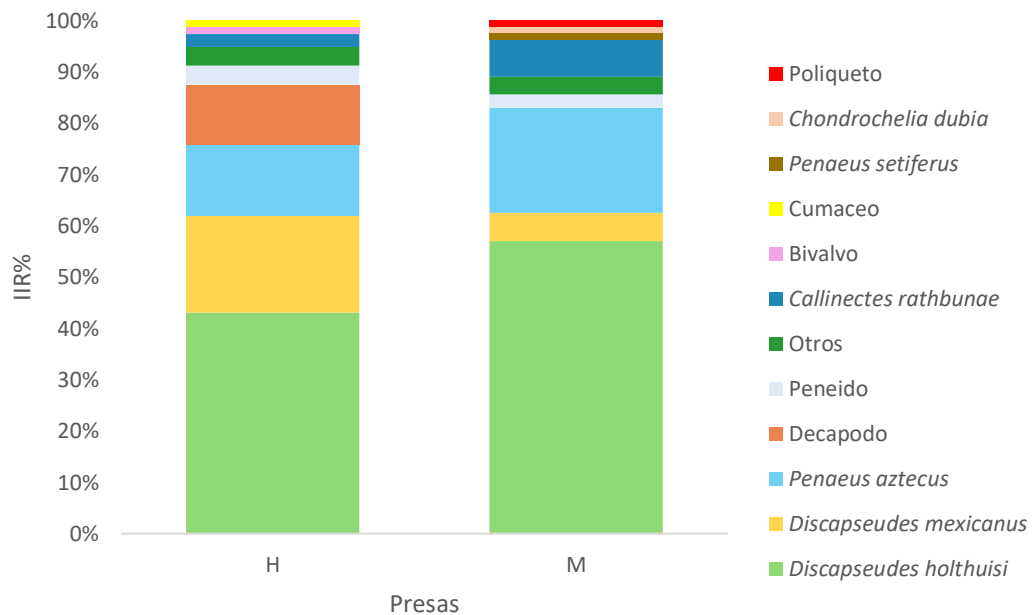


Figura 9. Índice de importancia relativa de las presas de hembras y machos de *Hypanus sabinus*.

En la alimentación por grupos de tallas de *H. sabinus*, se observó en el índice numérico que las presas con mayor número de organismos fueron: *D. holthuisi* (56.18%) para el grupo de 13-25 cm AD; *D. holthuisi* (42.41%) y *D. mexicanus* (34.57%) para el grupo de 26-39 cm AD; *D. mexicanus* (33.33%) para el grupo de 40-52 cm AD. De acuerdo con el índice de frecuencia de ocurrencia las presas más frecuentes fueron: *D. holthuisi* (37.66%) y *C. rathbunae* (12.99%) para el grupo de 13-25 cm AD; *D. holthuisi* (26.32%) para el grupo de 26-39 cm AD; para el grupo de 40-52 cm AD todos los ítems obtuvieron el mismo valor de frecuencia de ocurrencia (Tabla 2). Con respecto con el índice gravimétrico, las presas con mayor peso

fueron: *P. aztecus* (32.06%) y *C. rathbunae* (17.84%) para el grupo de 13-25 cm AD; *P. aztecus* (33.38%) y los decápodos (20.25%) para el grupo de 26-39 cm AD; restos de crustáceos (70.45%) y *Mayaheros urophthalmus* (18.44%) para el grupo de 40-52 cm AD (Anexo 2).

Conforme al IIR, las especies *D. holthuisi* (69.17%), *P. azteus* (9.94%), *C. rathbunae* (7.28%), *D. mexicanus* (4.11%), y *Penaeus setiferus* (3.20%) fueron las presas de mayor contribución para los organismos de 13-25 cm AD. Para los organismos de 26-39 cm AD las presas de mayor contribución fueron *D. holthuisi* (40.81%), *P. aztecus* (20.07%), *D. mexicanus* (16.37%) y los decápodos (9.93%), además este grupo presento mayor diversidad y cantidad de especies de la clase Actinopteri. Los crustáceos (43.56%) fueron la presa de mayor contribución para los organismos de 40-52 cm AD, pero fueron pocas las presas encontradas ya que no se contó con demasiados organismos de esta talla (Fig 10).

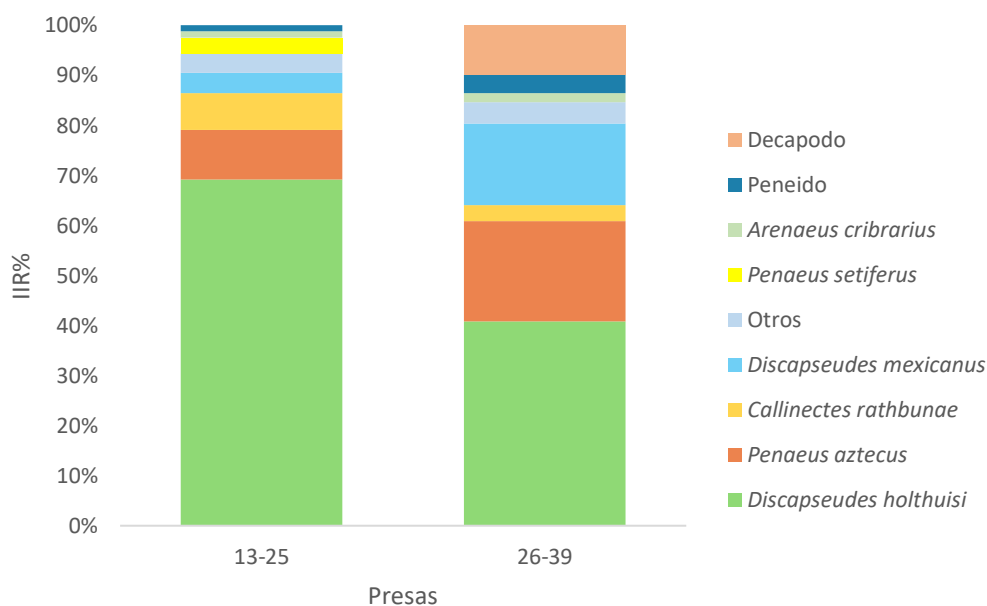


Figura 10. Índice de importancia relativa de las presas de hembras y machos de *Hypanus sabinus*.

En la curva de acumulación general se observó que a partir de los 170 estómagos analizados se encontró el 100% de los ítems alimentarios descritos y, a

los 27 estómagos se encontró el 50% de ítems alimentarios descritos. En cuanto a las hembras se observó que a partir de los 95 estómagos se encontró el 100% de las presas descritas y el 50% a los 23 estómagos, en los machos fue a los 96 y 19 estómagos respectivamente (Fig.11).

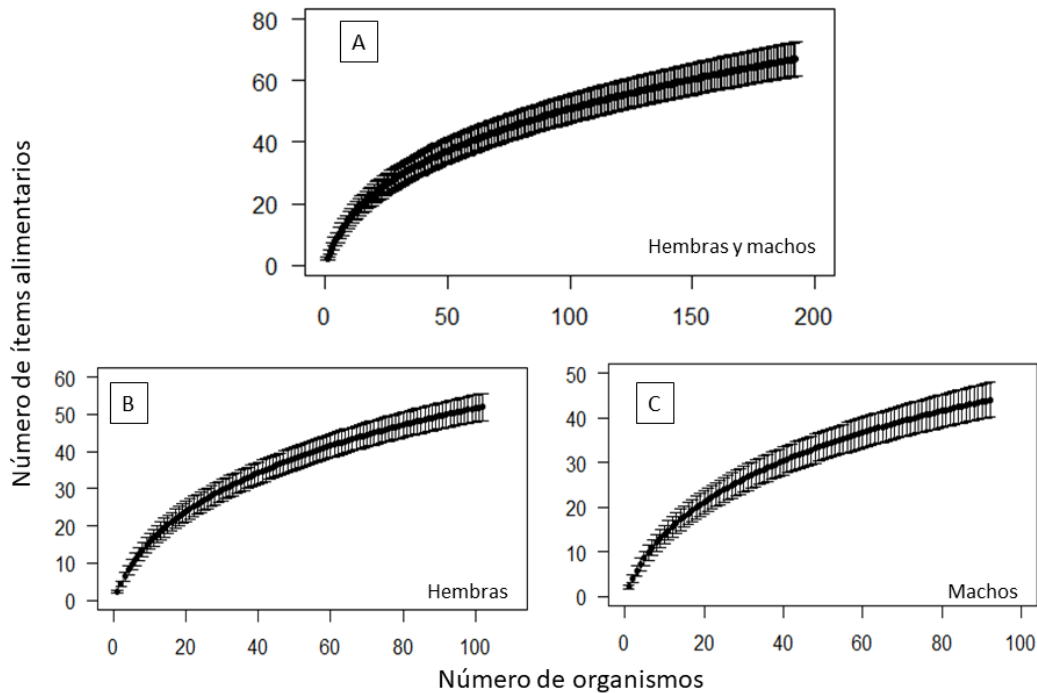


Figura 11. Curvas de acumulación (con desviación estándar) de ítems alimentarios encontrados en organismos de (A) ambos sexos, (B) hembras y (C) machos de *Hypanus sabinus*.

En la curva de acumulación por tallas se observó que en el grupo de 13-25 cm AD la curva alcanzó el 100% a los 76 estómagos y el 50% a los 20 estómagos y en el grupo de 26-39 cm AD se alcanzó a los 100 y 21 estómagos respectivamente (Fig. 12). Para el grupo de 40-52 cm AD no fue posible construir una curva de acumulación dado que no se contó con los suficientes estómagos.

El número de estómagos analizados se considera adecuado ya que en todos los casos se representó el 100% de las presas encontradas, sin embargo, las curvas sugieren que el número de presas puede aumentar ligeramente.

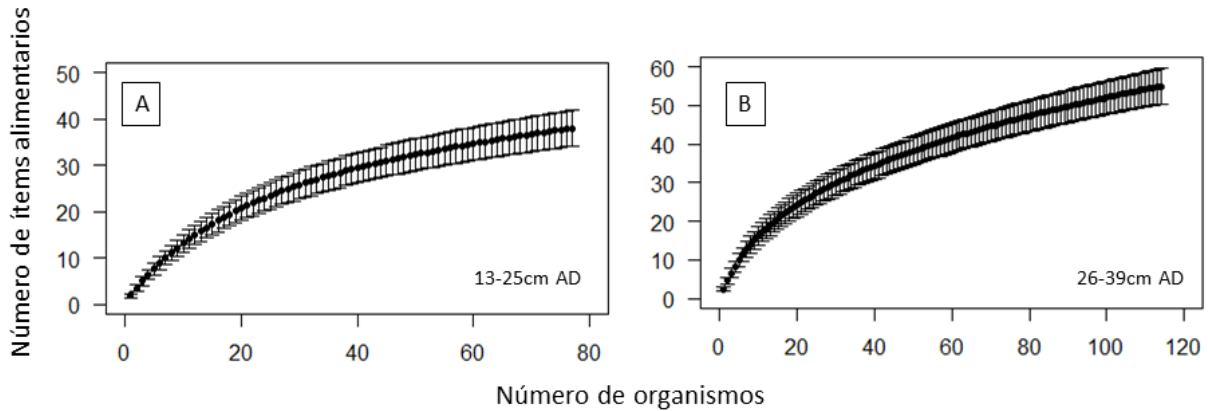


Figura 12. Curvas de acumulación (con desviación estándar) de ítems alimentarios encontrados los grupos de tallas 13-25cm y 29-39cm de ancho de disco en *Hypanus sabinus*.

El índice de Morisita-Horn mostró un alto valor de traslape entre la dieta de hembras y machos ($C_H=0.91$), lo que quiere decir que se alimentan de los mismos recursos (Tabla 3). En cuanto el traslape de la dieta entre diferentes tallas, se observó un alto grado de traslape entre las dietas de los organismos de 15-25 cm AD y 26-39 cm de AD ($C_H=0.85$), una traslape medio entre organismos de 26-39 cm AD y 40-52 cm AD ($C_H=0.44$) y finalmente un traslape bajo entre organismo de 15-25 cm AD y 40-52 cm AD ($C_H=0.14$) (Tabla 3).

Tabla 1: Índice de Morisita-Horn mostrando la similitud en el traslape trófico de sexos y grupos de tallas de *Hypanus sabinus*.

Categorías	Índice de Morisita-Horn
Hembras vs Machos	0.91
15-25 vs 26-39	0.85
15-25 vs 40-52	0.14
26-39 vs 40-52	0.44

En cuanto al índice de Levin, *H. sabinus* presentó valor de 0.036 tomando en cuenta la dieta a nivel general, por lo que se designa como un depredador especialista. Lo mismo ocurre al separar los sexos hembras (0.042) y machos (0.060).

Al hacer la separación por tallas, se obtuvieron valores 0.042 (13-25 cm AD) y 0.046 (26-39 cm AD) por lo que también se consideran depredadores especialistas. Finalmente, los organismos de 40-52 cm AD presentaron un valor de 0.875 por lo que ya se consideran generalistas, sin embargo, se debe resaltar que fue muy baja la cantidad de estómagos analizados para estas tallas (Tabla 4).

Tabla 2. Índice de Levin (valor estandarizado de Hurlbert) de sexos y grupos de tallas en el estudio trófico de *Hypanus sabinus*.

Categoría	Ba
General	0.036
Hembras	0.042
Machos	0.060
13-25	0.042
26-39	0.046
40-52	0.875

DISCUSIÓN

La población de *H. sabinus* bajo estudio mostró un intervalo de 13.2-52 cm de AD en general. Este intervalo es mayor a lo reportado por Reyes-Ramírez *et al.* (2018) quien menciona un intervalo de 11.8-39 cm de AD para la especie. De acuerdo con Robertson *et al.* (2023) el intervalo del AD reportado para la especie alcanza aproximadamente hasta los 45 cm. McEachran y Fechhelm (1998) reportan un tamaño máximo de 458 a 610 mm AD, las hembras maduran entre los 160 a 176 mm de AD, y las crías tienen al nacer 100 mm de AD.

Además, las hembras presentaron un intervalo mayor de talla (13.2-52 cm AD) en comparación con los machos (14-38 cm AD). Snelson *et al.* (1988) y Wallman y Bennett (2006), mencionan que las hembras pueden alcanzar tallas mayores a los 45 cm AD, pero usualmente no exceden los 40 cm y los machos pueden alcanzar tallas mayores a los 33 cm AD. Esto se explica debido al marcado dimorfismo sexual presente en los elasmobranchios, el cual está relacionado con la energía que invierten las hembras para la fecundidad y el mantenimiento de las crías, además que los machos deben ser más pequeños para maniobrar e insertar el mixopterigio en la cloaca de la hembra durante el apareamiento (Compagno, 1990; Winemiller, 2005).

En cuanto a los intervalos de tallas, las hembras fueron más abundantes dentro del intervalo de 26-39 cm AD y los machos fueron más abundantes dentro del intervalo de 13-25 cm AD. Acorde a lo reportado por Johnson y Snelson (1996), que mencionan como talla de inicio de madurez 22-23 cm para *H. sabinus*, por lo que las hembras capturadas en su mayoría ya se encontraban maduras y los machos en su mayoría se encontraban en proceso de maduración.

Se obtuvo una proporción sexual de 1.007:1 lo que es estadísticamente igual a la proporción sexual teórica (1:1). En estudios de la misma familia no se reportan diferencias en la proporción sexual (Gianeti *et al.*, 2019; Ramírez, 2019) y en otros donde si se ha reportado diferencias en la proporción sexual (Restrepo, 2016). No obstante, se debe recordar que son estudios hechos en diferentes zonas, lo cual

podría conllevar diferentes condiciones en el hábitat. Moreno *et al.* (2010) señalan que la proporción en sexos en los batoideos puede estar relacionada con la segregación con fines de reproducción y/o alimentación, si bien es una posible hipótesis, pero se requieren más datos y en el presente estudio la proporción sexual calculada corresponde solo a la muestra en general. Adicionalmente la Laguna de Alvarado es considerada un área de desarrollo y crecimiento de organismos de esta y otras especies (Portilla-Ochoa *et al.*, 2007), por lo que no existe una segregación sexual. Otro factor por considerar es que las artes de pesca (redes de enmalle) al no ser selectivas y al operar de manera indistinta en el cuerpo lagunar podrían estar homogeneizando la muestra bajo estudio, por lo que es recomendable analizar en un futuro la distribución espacial que pueda corroborar esta hipótesis.

Tanto machos y hembras presentaron un crecimiento de tipo isométrico, esto también se ha reportado en otras especies de la familia, como en *H. longus* (Jiménez, 2017) y *Dasyatis pastinaca* (Saadaoui *et al.*, 2015). El crecimiento de tipo isométrico se considera una característica común en distintas especies de elasmobranquios (Morales- Aguilar y Ortiz-Aldana, 2021). Froese (2006), menciona que no solo en elasmobranquios, sino que en la mayoría de los peces (>90%) presentan un crecimiento de tipo isométrico debido a una tendencia proporcional del aumento del peso (grosor) con la talla durante su crecimiento. El mismo autor menciona que un crecimiento diferente se da en especies particulares con cambios morfológicos durante su ontogenia.

En las curvas de acumulación obtenidas para la dieta en general, así como para los sexos y tallas, se observa que el tamaño de muestra fue adecuado para hacer una buena descripción de la dieta. En todas las curvas (a excepción del grupo 40-52 cm AD), se llegó al 100% de la delimitación de los ítems alimentarios descritos. Aunque no se alcanzó la asíntota, las curvas sugieren que el número de presas no aumentaría considerablemente.

Cabe destacar que es importante una buena representación de las dietas no solo de manera general si no en cada uno de los factores (talla y sexo), algunos estudios mencionan la importancia de alcanzar la asíntota para considerarse un

buen muestreo (Restrepo, 2016). Sin embargo, en estudios previos sobre análisis alimentarios como el de *H. longus* (López-García, 2012), se consideró un buen muestreo a partir de los 150-200 estómagos analizados. Esto también se ha reportado en otros batoideos como *Pseudobatus productus* (Curiel, 2017) y *Aetobatus narinari* (Serrano-Flores, 2017).

La dieta de *H. sabinus* estuvo representada por varios grupos biológicos como moluscos, actinopterigios, anélidos, crustáceos y nematodos, pero no todos aportaron esencialmente a su alimentación. El grupo que más aportó a la dieta fue el de los crustáceos, lo cual es similar a lo reportado en otras especies del mismo género (Gilliam y Sullivan, 1993; Wrigglesworth, 2018; Ramírez, 2019; Gianeti *et al.*, 2019). Dentro de este grupo, los decápodos fueron los más representativos, esto concuerda con lo mencionado por Wrigglesworth (2018), quien también reporta para *Hypanus americanus* a los decápodos como uno de los grupos más representativos, sin embargo, no llegó a describir a nivel específico su composición en la dieta.

Dentro del grupo de los crustáceos, las especies *D. holthuisi* y *D. mexicanus*, fueron las que más aportaron a la dieta de la especie. No se encontraron estudios que reporten la presencia de tanaidáceos en las dietas de organismos del mismo género o familia. Sin embargo, *D. holthuisi* y *D. mexicanus* se consideran crustáceos importantes en las redes tróficas de las lagunas costeras del Golfo de México, como es la Laguna de Alvarado ya que son presas constantes en las dietas de algunos peces y otros crustáceos (Fernández-Buces, 1989; Winfiel-Aguilar y Franco-López, 1992).

Además, las altas cantidades de individuos encontrados en los estómagos podría deberse a que los tanaidáceos son considerados elementos importantes en las cadenas tróficas del bentos marino y estuarino, ya que presentan altas densidades en sus poblaciones (más de 100,000 ind/m²). Por lo que contribuyen a sostener poblaciones de especies de niveles tróficos más altos (Sieg, 1988; Suárez-Morales *et al.*, 2004; Magaña-Guzmán, 2013). Esto explicaría la importancia de dichos elementos en la alimentación de las crías y juveniles de *H. sabinus* en dicho sistema lagunar.

Otras especies que resultaron relevantes en la dieta de *H. sabinus* fueron, los camarones *P. aztecus*, y jaibas *C. rathbunae*. Ya se ha reportado la importancia de los camarones (*Penaeus* sp.) y jaibas (*Callinectes*) en la dieta de algunas especies de la misma familia como *Hypanus dipterura* (Restrepo, 2016), *Hypanus guttatus* (Gianeti et al., 2019) e *Hypanus marianae* (Queiroz et al., 2019).

La preferencia de *H. sabinus* por ciertos recursos puede ser debido a la abundancia y disponibilidad del recurso en la zona, ya que algunos autores señalan que especies de la misma familia se consideran oportunistas, ósea que se alimentan en proporción a la oferta ambiental (Ebert y Cowley, 2003).

Si bien se encontró que la dieta entre sexos es bastante similar ($C_H = 0.91$), no hay gran diferencia en cuanto a las presas que consumen machos y hembras, sin embargo, se observó que las hembras presentaron una mayor diversidad y cantidad de presas, principalmente de moluscos y actinopterigios. Esto coincide con algunos estudios en donde no se observaron diferencias significativas en la alimentación entre sexos (Ebert y Cowley, 2003; López-García et al., 2012; Queiroz et al., 2019). Esto bien podría deberse a que machos y hembras ocupan el mismo hábitat durante todo el año y tienen acceso a las mismas presas (Yokota y Lessa, 2006). Las diferencias dietarias entre sexos son más comunes entre especies que se segregan sexualmente (Gray et al., 1997).

En cuanto a las tallas se observó una alta similitud de las dietas entre las tallas 15-25 y 26-39 cm AD, una similitud media entre las tallas de 26-39 y 40-52 cm AD y poca similitud entre las tallas 15-25 y 40-52 cm AD. A su vez, se puede observar que las tallas 15-25 y 26-39 cm AD se alimentan en su mayoría de crustáceos y moluscos y la talla 40-52 cm AD se alimentó mayormente de actinopterigios, sin embargo, la diversidad de presas con las que se alimenta es mucho menor a la de las otras dos tallas, aunque este valor está sesgado debido al bajo número de estómagos analizados para esta talla que permitiera hacer una mejor comparación.

Hay estudios en especies del mismo género que reportan diferencias entre la dieta de individuos de distintas tallas, generalmente estas diferencias se han

observado entre individuos con gran diferencia de tallas (Restrepo, 2016; Ramírez, 2019; Queiroz *et al.*, 2019). Los cambios en los hábitos alimentarios respecto a las tallas son un fenómeno común en los peces, no es inusual que el aumento de tamaño en diferentes especies de elasmobranchios esté correlacionado con cambios en las presas de su dieta (Wetherbee y Cortes, 2004). Estos cambios pueden estar relacionados a múltiples factores como cambios en las condiciones del hábitat, diferencias en los hábitats ocupados por juveniles y adultos, sin embargo, en su mayoría está relacionado con la capacidad física y la experiencia de las rayas más grandes para capturar presas que las más pequeñas aún no son capaces de capturar; aumenta el tamaño de la presa al aumentar del tamaño del depredador (Grubbs, 2010; Gianeti *et al.*, 2019). Adicionalmente a esto, las diferencias tróficas asociadas a las tallas de los organismos representan un mecanismo que permiten a las especies coexistir, reduciendo la competencia intraespecífica (Gray *et al.*, 1997)

El índice de Levin mostró que, de manera general, por sexos y tallas la especie resultó ser especialista, con una dieta principalmente basada en crustáceos. A excepción de la talla 40-52 cm AD que se considera generalista, pero esto puede estar relacionado con el tamaño de la muestra para esta talla. Ya se ha reportado una dieta especialista en otras especies como *H. dipterurus* (Gianeti *et al.* 2019) con una dieta basada en poliquetos y crustáceos, *H. gutattus* (Ramírez, 2019) que se alimenta principalmente de bivalvos y *H. longa* (López-García, 2012) con una dieta compuesta esencialmente de peneidos, en esta a su vez se encontró un patrón parecido donde tallas pequeñas se consideran especialistas y tallas más grandes generalistas, pero no se llegó a una conclusión de porque se sigue este patrón.

Sin embargo, esta especialización observada entre las tallas puede estar relacionada con la capacidad física y la experiencia de las rayas más grandes para capturar presas que las rayas de menor tamaño no son capaces de consumir, por ello se limitan a cierto tipo de alimento (Gianeti *et al.*, 2019). Además, dichas diferencias podrían reducir la competencia por los recursos entre individuos de la

misma especie y a su vez mantener el equilibrio dentro de los ecosistemas marinos (Navia *et al.*, 2016)

Platell *et al.* (1998) menciona que el que una especie se alimente principalmente de un recurso, no significa que compita por el mismo, si no que puede deberse a una gran abundancia del recurso y a una alta capacidad del depredador para explotarlo. El uso y la importancia de un recurso debe medirse según su disponibilidad, ya que no se está considerando que ciertos recursos son abundantes y comunes, mientras que otros son poco comunes y raros, sin embargo, el índice de Levin no aborda la posibilidad de que las presas varíen en abundancia (Hurlbert, 1978; Krebs, 2014).

Gerking (1994) y Jaramillo-Londoño (2009) sugieren que no es tan conveniente catalogar el comportamiento trófico de una especie, como totalmente generalista o especialista, ya que además de la abundancia del recurso otros factores podrían influir en la amplitud de la dieta, entre estos están la actividad alimenticia de los peces y las posibles alteraciones de los recursos en tiempo y espacio. La laguna de Alvarado al ser una zona de comunicación entre ambientes marinos y terrestres se comporta como un área de alimentación y crianza para los organismos, debido principalmente a los sedimentos y nutrientes arrastrados por los ríos, por lo que va a existir una constante competencia por los recursos o un posible cambio en las preferencias alimentarias conforme un organismo va creciendo. Es por esto, que una especie generalista puede pasar a ser especialista o viceversa, pero habría que complementar la información con datos de la alimentación por temporadas y/o datos de los recursos disponibles en el hábitat.

CONCLUSIONES

- La población de *H. sabinus* de la Laguna de Alvarado estuvo representada por machos y hembras de 13.2-52 cm de ancho de disco, principalmente organismos juveniles.
- Machos y hembras de *H. sabinus* presentaron un crecimiento de tipo isométrico.
- El tamaño de la muestra se consideró adecuado para hacer una buena descripción de la dieta; sin embargo, no fue el suficiente para que la curva alcanzara la asíntota.
- *Discapseudes holthuisi* y *Discapseudes mexicanus* son los taxones más importantes de la dieta considerando el IRI. El grupo de los crustáceos fue el dominante en la dieta de la especie.
- No hay diferencias entre las dietas de machos y hembras, así como entre organismos de tallas que oscilan de los 13-39 cm de ancho de disco.
- La especie en general se considera especialista con una tendencia a alimentarse principalmente de crustáceos.

LITERATURA CITADA

- Arriaga L., Espinoza J.M., Aguilar C., Martínez E., Gómez L., y Loa E. (coordinadores/eds.). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/>
- Arreguín-Sánchez, F. y Arcos-Huitrón E. 2011. La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica*, 21(3): 431-462.
- Barbini S.A., Lucifora L.O. y Hozbor N.M. 2011. Feeding ecology and habitat selectivity of the *Zapteryx brevirostris* (Chondrichthyes, Rhinobatidae) off north Argentina and Uruguay. *Marine Biology Research*, 7: 365-377.
- Bigelow H.B. y Schroeder W.B. 1953. *Fishes of the Western North Atlantic, Sawfishes, Guitarfishes, Skates and Rays. No. 1, Pt. 2.* Sears Foundation for Marine Research, Yale University, New Haven, CT. 588 p.
- Bizzarro J.J., Robinson H.J., Rinewalt C.S. y Ebert D.A. 2007. Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. *Environmental Biology of Fishes*, 80: 197-220.
- Bizarro J.J., Smith W.D., Márquez-Farías J.F., Tyminski J. y Hueter R.E. 2009. Temporal variation in the artisanal elasmobranch fishery of Sonora, México. *Fisheries Research*, 97:103-117.
- Brusca R.C. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California.* University of Arizona, Tucson, 513 p.
- Cabrera-Meléndez P. 2017. Hábitos alimentarios de *Narcine entemedor* en la bahía de la Paz México. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, Baja California Sur, México.
- Carlander K.D. 1969. *Handbook of freshwater fishery biology.* University Press, The Iowa State, EE. UU. 752 p.
- Castañeda L.O. y Contreras F.E. 2001. *Serie: Bibliográfica Comentada sobre ecosistemas costeros mexicanos.* Centro de Documentación Ecosistemas

Litorales Mexicanos. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. 413 p.

- Castillo-Géniz J.L., Márquez-Farías J.F., Rodríguez de la Cruz M.C., Cortés E. y Cid del Prado A. 1998. The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery. *Marine Freshwater Research*, 49:611-620.
- Castro-Aguirre J.L. y Espinosa Pérez H. 1996. *Listados faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideomorpha)*. México, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 75 p.
- Cave E.J. y Kajiura S.M. 2020. Electrosensory impairment in the Atlantic stingray, *Hypanus sabinus*, after crude oil exposure. *Zoology*, 143: 125844.
- Chapman, J.W. 2007. Amphipoda. In: J. T. Carlton, (Ed.). *The Light and Smith manual, intertidal invertebrates from central California to Oregon, completely revised and expanded*. University of California Press, Berkley, California. pp: 545-618.
- Colwell R.K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca- Instituto Nacional de la Pesca (CONAPESCA-INP). 2004. Plan de Acción Nacional para el manejo y conservación de tiburones, rayas y especies afines en México. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca e Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Mazatlán, México. 80 p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales protegidas (CONANP). 2014. Humedales mexicanos de importancia internacional (sitios RAMSAR). En: http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Veracruz
- Compagno L.J., Ebert D.A. y Smale M.J. 1989. *Guide to the sharks and rays of southern Africa*. London: New Holland. 158 p.
- Compagno L.J. 1990. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. *Environmental Biology of Fishes*, 28: 33-75.

- Contreras-Espinosa F. 1993. *Ecosistemas costeros mexicanos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 415 p.
- Cortes 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): 726-738.
- Cross R.E. y Curran M.C. 2000. Effects of feeding pit formation by rays on an intertidal meiobenthic community. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 51: 293-298.
- Curiel P. 2017. Ecología trófica de la raya guitarra *Pseudobatus productus* (Ayres, 1854), en Bahía Tortugas, Baja California Sur. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México.
- De la Lanza-Espino G. y Lozano-Montiel L. 1993. Comparación fisicoquímica de las lagunas de Alvarado y Términos. *Hidrobiológica*, 9(1):15-30.
- De la Rosa-Meza K., Sosa-Nishizaki O. y Cueva-Salcedo H. 2013. Feeding habits of the speckled guitarfish *Rhinobatos glaucostigma* (Elasmobranchii, Batoidea) in the southeastern Gulf of California. *Ciencias Marinas*, 39(3): 277-290.
- Del Moral-Flores L.F., Morrone J.J., Alcocer J. y Pérez-Ponce de León G. 2016. Diversidad y afinidades biogeográficas de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes: Elasmobranchii, Holocephali) de México. *Revista de Biología Tropical*, 64: 1469-1486.
- Diario Oficial de la Federación. México (DOF). 2012. a. Acuerdo mediante el cual se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5265388&fecha=24/08/2012. Septiembre 2020.
- Diario Oficial de la Federación. México (DOF). 2012b. Acuerdo por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994 para establecer los periodos de veda de pulpo en el Sistema Arrecifal Veracruzano, jaiba en Sonora y Sinaloa, tiburones y rayas

en el Océano Pacífico y tiburones en el Golfo de México. México 11 de junio de 2012.

- Dunne J.A., Williams R.J. y Martínez N.D. 2004. Network structure and robustness of marine food webs. *Marine Ecology Progress Series*, 273: 291-302.
- Ebert D.A. y Cowley P.D. 2003. Diet, feeding behavior and habitat utilization of the blue stingray *Dasyatis chrysonota* (Smith, 1828) in South African Waters. *Marine and Freshwater Research*, 54: 957-965.
- Fernández-Buces N. 1989. Variación poblacional de *Discapseudes holthuisi* (Bacescu y Gutu, 1975) (Tanaidacea) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Ferreti F., Osio G.C. y Jenkins C.J. 2013. Long-term change in a meso-predator community in response to prolonged and heterogeneous human impact. *Scientific Reports*, 3: 1057.
- Fischer W., Krupp F., Schneider W., Sommer C., Carpenter K.E. y Niem V.H. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro oriental. Volumen II: Vertebrados- Parte 1*. FAO, Roma, 647-1200 p.
- Flores-Ortega J.R., Godínez-Domínguez E. y Gonzáles-Sansón G. 2015. Ecología trófica de siete especies de batoideos (Batoidea) en el Pacífico Central Mexicano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 50(3): 521-533.
- Freitas R., Aguiar A., Freitas A., Lima S. M. Q. y Valentin J.L. 2019. Unravelling the foraging behavior of the southern stingray, *Hypanus americanus* (Myliobatiformes: Dasyatidae) in a Southwestern Atlantic MPAN. *Neotropical Ichthyology*, 17(2): e180131.
- Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22:241-253.
- Gerking S.D. 1994. *Feeding Ecology of Fish*. Academy Press, San Diego.

- Gianeti M.D., Yokota L., Lessa R. y Días J.F. 2019. Diet of longnose stingray *Hypanus guttatus* (Myliobatiformes: Dasyatidae) in tropical coastal waters of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99(8): 1-9.
- Gilliam D.S. y Sullivan K. M. 1993. Diet and feeding habits of the Southern Stingray *Dasyatis americana* in the central Bahamas. *Bulletin of Marine Science*, 3: 1007 -1013.
- Gonzalez-Pestana A., Silva-Garay L., Quiñones J., Mayaute L., Manrique M., Segura-Cobeña E., Espinoza P., Moscoso V., Vélez-Zuazo X., Alfaro-Shigueto J. y Jeffey C. M. 2021 Geographic and ontogenetic variation in the diet of two commonly exploited batoids (Chilean eagle ray and Pacific guitarfish) off Peru: evidence of trophic plasticity. *Environmental Biology of Fishes*, 104: 1525–1540.
- Gray A.E., Mulligan, T.J. y Hanna, W. 1997. Food habits, occurrence, and population structure of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Humboldt Bay, California. *Environmental Biology of Fishes*, 49: 227–238.
- Grubbs R. D. 2010. Ontogenetic shifts in movements and habitat use. In Carrier J. F., Musik J. A. y Heithaus M. (Eds.). *Sharks and their Relatives II* pp. 319-341. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Grubbs R.D., Carlson J.K., Romine J.G., Curtis T.H., McElroy W.D., McCandless C.T. y Musick J.A. 2016. Critical assessment and ramifications of a purported marine trophic cascade. *Scientific Reports*, 6: 2045-2322.
- Gruber S.H. 1982. Role of the lemon shark, *Negaprion brevirostris* (Poey) as a predator in the tropical marine environment: a multidisciplinary study. *Florida Scientist*, 45: 46-75.
- Hammer Ø., Harper D.A.T. y Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4(1): 1-9.
- Hoenig J.M. y Gruber S.H. 1990. Life.history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. In: Pratt H., Gruber S. y Taniuchi T. (Eds.). *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology,*

systematics and the stats of the fisheries. NOAA Technical Report NMFS, 1-16.

- Horn H.S. 1966. Measurement of “overlap” in comparative ecological studies. *American Naturalist*, 100: 419-424.
- Huber M., 2010. Compendium of bivalves. *A full-color guide to 3,300 of the World's marine bivalves. A status on bivalvia after 250 years of research*. Conchbooks, Hackenheim. 901 p. CD-ROM.
- Huturbia, J. 1973. Trophic diversity measurement in sympatric predatory species. *Ecology*, 54: 885-890.
- Hurlbert S.H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, 59: 67-77.
- Hyslop E.J. 1980. Stomach contents analysis a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17(4): 411-429.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Alvarado, Veracruz de Ignacio de la Llave. En: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datosgeograficos/30/30011.pdf>.
- Jacobsen I.P. y Bennett M.B. 2013. A comparative analysis of feeding and trophic level ecology in stingrays (Rajiformes; Myliobatoidei) and electric rays (Rajiformes: Torpedinoidei). *Plos One*, 8(8): e71348.
- Jaramillo-Londoño A.M. 2009. Estudio de la biología trófica de cinco especies de peces bentónicos de la costa de Cullera. Relaciones con la acumulación de metales pesados. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente.
- Jiménez, Y. 2017. Aspectos reproductivos y de crecimiento de la raya látigo *Hypanus longus* (Garman, 1880) en la bahía de La Paz, BCS, México. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México.
- Johnson M.R. y Snelson F. 1996. Reproductive life history of the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina* (Pisces, Dasyatidae), in the freshwater St. Johns River, Florida. *Bulletin of Marine Science*, 59: 74-88.

- Kajjura T. y Tricas T. 1996. Seasonal dynamics of dental dimorphism in the Atlantic Stingray *Dasyatis sabina*. *The Journal of Experimental Biology*, 199: 2297-2036.
- Krebs C.J. 1998. *Ecological Methodology*. New York, Harper Collins. 654 p.
- Krebs C.J. 2014. *Ecological Methodology*, 3rd Edn. Menlo Park, CA: Addison-Wesley Educational Publishers.
- Kobelkowsky A. 2010. Anatomía comparada del Sistema digestivo de las rayas *Urotrygon chilensis* y *Dasyatis sabina* (Myliobatiformes). *Revista Chilena de Historia Natural*, 83: 387-394.
- Langton R.W. 1982. Diet overlap between the Atlantic con Gadus Morta silver hake *Merluccius bilinearis* and fifteenth other northwest Atlantic finfish. *Natural Marien Fisgeries Service*, 80: 745-759.
- Last P.R., White W.T., Carvalho M.R., Séret B., Stehmann M.F.W. y Naylor J.P. 2016. *Rays of the World*. CSIRO, Australia. 790 p.
- Last P.R. y Stevens J.D. 1994. *Sharks and Rays of Australia*. CSIRO, Australia. 513p.
- Lewis T.C. 1982. The reproductive anatomy, seasonal cycles, and development of the Atlantic stingray (*Dasyatis sabina* Lesueur Pisces, Dasyatidae) from the northeastern Gulf of Mexico. Doctoral dissertation. Florida State University, Florida.
- Lim K.C., Lim P.E., Chong, V.C. y Loh K.H. 2015. Molecular and morphological analyses reveal phylogenetic relationships of stingrays focusing on the family Dasyatidae (Myliobatiformes). *PLoS ONE*, 10(4): e0120518.
- Lipej L., Mavrič B., Paliska D. y Capapé C. 2013. Feeding habits of the pelagic stingray *Pteroplatytrygon violacea* (Chondrichthyes: Dasyatidae) in the Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(2): 285-290.
- López-García J., Navia A.F., Mejía-Falla P.A. y Rubio E.A. 2012. Feeding habits of *Dasyatis longa* (Elasmobranchii: Myliobatiformes): sexual, temporal, and ontogenetic effects. *Journal of Fish Biology*, 80: 1563-1579.

- Magaña-Guzman V. 2013. Estudio poblacional de *Discapseudes mexicanus* Gutu, 2006 (Crustacea:Peracarida:Tanaidacea) de la laguna de Sontecomapan, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Márquez-Velásquez V., Rosa R.S., Galindo E. y Navia A.F. 2019. Feeding habits and ecological role of the freshwater stingray *Potamotrygon magdalenae* (Duméril 1865) (Myliobatiformes: Potamotrygonidae), combining gut-content and stable isotope analysis. *Environmental Biology of Fishes*, 102: 1119–1136.
- McEarchra J.D. y Fechhelm J.D. 1998. *Fishes of the Gulf of Mexico. Vol. 1*. University of Texas. 1120 p.
- McEachran J.D. y Notarbartolo di Sciara G. 1995. Peces batoideos. En: Fischer W., Krupp F., Schneide W., Sommer, C., Carpenter K. E. y Niem V. H. (Eds.), *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen II. Vertebrados – Parte 1*. Roma, FAO. pp. 745-792.
- McGowan D.W. y Kajiura S.M. 2009. Electroreception in the euryhaline stingray, *Dasyatis sabina*. *The Journal of Experimental Biology*, 212: 1544-1552.
- Morales-Aguilar J. A. y Ortíz-Aldana J. R. 2022. Aspectos reproductivos de la raya látigo *Hypanus longus* (Garman, 1880) de los desembarques de la pesca artesanal en el Pacífico de Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 9(1): 41–54.
- Moreno F., Acevedo K., Grijalba-Bendeck M., Polo-Silva C., Acero A. y Paramo J. 2010. Reproducción de la raya eléctrica *Narcine bancroftii* (Torpediniformes: Narcinidae) en Santa Marta, Caribe colombiano. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38(1): 27-36.
- Moura T., Figueiredo I., Farias I., Serra-Pereira B., Neves A., Borges M. de F. y Serrano Gordo L. 2008. Ontogenetic dietary shift and feeding strategy of *Raja undulata* Lacepède, 1802 (Chondrichthyes: Rajidae) on the Portuguese continental shelf. *Scientia marina*, 72(2):311-318.

- Musick J.A. (ed.). 1999. *Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals*. American Fisheries Society Symposium No. 23, Bethesda, Maryland. 265 p.
- Navia A.F., Cortés E., Jordán F., Cruz-Escalona V.H. y Mejía-Falla P.A. 2012. Changes to marine trophic networks caused by fishing. In: Mahamane, A. (Ed.). *Diversity of Ecosystems*. Intech, Croatia. pp. 417–452.
- Navia, A. F. 2013. Función ecológica de tiburones y rayas en un ecosistema costero tropical del Pacífico colombiano. Tesis de doctorado. CICIMAR-IPN. La paz, Baja California Sur. México
- Nelson J.S. 2006. *Fishes of the World*. 4th ed. New Jersey; John Wiley. 601 p.
- Nelson J.S., Grande T.C. y Wilson M.V.H. 2016. *Fishes of the world*. 5th ed. New Jersey; John Wiley. 725 p.
- Pagliarini C.D., da Silva Ribeiro C., Spada, L., Delariva R., Araújo J.M., Alves L. y Paiva I. 2020. Trophic ecology and metabolism of two species of nonnative freshwater stingray (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). *Hydrobiologia*, 847: 2895–2908.
- Platell M.E., Potter I.C. y Clarke K.R. 1998. Resource partitioning by four species of elasmobranchs (Batoidea: Urolophidae) in the coastal waters of temperate Australia. *Marine Biology*, 131: 719-734.
- Pinkas L., Oliphant M.S. y Iverson I.L.K. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fisheries Bulletin*, 152: 1-106.
- Portilla-Ochoa E., Cortina-Julio B.E, Sánchez A., Juárez A. y Negrete C. 2007. Fortalecimiento de capacidades locales para la conservación del Sitio Ramsar “Sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México”, En: Halffter G., Guevara S. y Melic A. (Eds.). *Hacia una Cultura de Conservación de la Diversidad Biológica*. Zaragoza: Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.). pp.255-262.
- Queiroz P.N., Araújo L.G. y Lessa P.T. 2019. Dietary composition and trophic level of *Hypanus marianae* (Myliobatiformes: Dasyatidae), captured off

Pernambuco coast, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 47(5): 808-817.

- Ramírez M. 2019. Comparación de la dieta de tres especies de rayas capturadas incidentalmente en arrastres de camarón en Sinaloa y norte de Nayarit. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana, México.
- Reidenauer J.A. y Thistle D. 1981. Response of a soft-bottom harpacticoid community to stingray (*Dasyatis sabina*) disturbance. *Marine Biology*, 65(3): 261-267.
- Reséndez M.A. 1973. Estudio de los peces de la Laguna de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 34: 183-281.
- Restrepo C. 2016. Aspectos tróficos de la raya látigo *Dasyatis dipterura* en la Bahía de la Paz, BCS, México. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Reyes-Ramírez H., Álvarez-Pliego N., Sánchez A., Espinosa-Pérez H., Florido R. y Salcedo M. 2018. Registros limnéticos de *Hypanus sabinus* (Myliobatiformes: Dasyatidae) en la cuenca del río Grijalva, sur del Golfo de México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 53(1): 141-146.
- Robertson D. R., Peña E. A., Posada J. M. y Claro R. 2023. Peces Costeros del Gran Caribe: sistema de Información en línea. Version 3.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- Rocchi M., Scotti M., Micheli F. y Bodini A. 2017. Key species and impact of fishery through food web analysis: a case study from Baja California Sur, Mexico. *Journal of Marine Systematics*, 165: 92-102.
- Rosales-Hoz L., Carranza-Edwards A. y Álvarez-Rivera U. 1986. Sedimentological and chemical studies in sediments from Alvarado lagoon system, Veracruz, México. *Anales de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 23(3): 19-28.
- R Studio Team. 2020. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA en: <http://www.rstudio.com/>.

- Salazar-Vallejo S.I., de León-González J.A. y Salaices-Polanco H. 1989. *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México: Generalidades, claves ilustradas para familias y géneros, y bibliografía lista de especies*. Libros, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz. 211 p.
- Serrano-Flores F. 2017. Hábitos alimentarios de la raya pinta (*Aerobatus narinari*) y caracterización de sus posibles presas en el sur del Golfo de México. Tesis de Licenciatura. Colegio de la Frontera Sur. Campeche, México.
- Simental-Anguiano, M.R. 2011. Dieta de *Rhinoptera steindachneri* (Evermann y Jenkins, 1892) y *Dasyatis brevis* (Garman, 1879) en el Alto Golfo De California. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, Baja California Sur, México.
- Smith P.E. y Zaret T.M. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology*, 65: 1248-1253.
- Snelson F. F., Williams-Hooper S. E., y Schmid T. H. 1988. Reproduction and ecology of the Atlantic Stingray, *Dasyatis sabina*, in Florida coastal lagoons. *Copeia*, 3: 729-739.
- Sieg J. 1988. Tanaidacea: 402-408. In: Higgins R.P. y Thiel H. (Eds.). *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Inst. Press, Washington, DC.
- Sokal R. y Rohlf J. 1969. *Biometry*. W. H. Freeman. USA.776 p.
- Stokes, M.D. y Holland N.D. 1992. Southern stingray (*Dasyatis americana*) feeding on lancelets (*Branchiostoma floridae*). *Journal of Fish Biology*, 41 (6): 1043-1044.
- Suárez-Morales E., Heard R., García-Madrigal S., Oliva J.J. y Escobar E. 2004. *Catálogo de los tanaidáceos (Crustacea: Peracarida) del Caribe Mexicano*. CONACYT/ SEMARNAT/El Colegio de la Frontera Sur. México. 121 p.
- Treloar M.A., Laurenson L.J.B. y Stevens J.D. 2007. Dietary comparisons of six skate species (Rajidae) in south-eastern Australian waters. *Environmental Biology of Fishes*, 80 (2-3): 181-196.

- Vélez-Tacuri, J.R., 2018. Estrategias alimenticias y coexistencia de las principales especies de batoideos en la Bahía de La Paz, B. C. S., México. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas La Paz, B. C. S., México.
- Wallman H.L. y Bennett W.A. 2006. Effects of parturition and feeding on thermal preference of Atlantic Stingray, *Dasyatis sabina* (Lesueur). *Environmental Biology of Fishes*, 75: 259-267.
- Wetherbee B.M. y Cortés E. 2004. Food consumption and feeding habits. In: Carrier J.F., Musick J.A. y Heithaus M. (Eds.). *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 223-244.
- Winfield-Aguilar I.C. y Franco-López J. 1992. Algunas consideraciones ecológicas de *Discapseudes holthuisi* (Bacescu y Gutu, 1975) (Orden: Tanaidacea). *Revista de Investigaciones Marinas*, 13(3): 254-262.
- Winfield-Aguilar I.C, Ortiz-Touzet M., Cházaro-Olvera S., Lozano-Aburto M.A. y Barrera-Escorcia H. 2013. *Peracáridos marinos bentónicos (Amphipoda, Cumacea, Isopoda y Tanaidacea)*. *Manual de Laboratorio*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 103 p.
- Winfield-Aguilar I.C, Abarca-Ávila M., Ortiz-Touzet M. y Cházaro-Olvera S. 2014. *Clave ilustrada de Tanaidáceos (Crustacea, Peracarida) de la zona costera mexicana del Golfo de México*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 64 p.
- Winemiller K. 2005. Life history strategies, population regulation, and implications for fisheries management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62(4): 872-885.
- Wrigglesworth E. 2018. Diet analysis of two data deficient stingray species, the southern stingray (*Hypanus americanus*) and the Caribbean whiptail ray (*Styracura schmardae*), with methodological insights into the use of stomach content analysis and stable isotope analysis. Tesis de Maestría. Universidad de Exeter, Inglaterra.
- Yokota L. y Lessa R.P. 2006. A nursery area for sharks and rays in northeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 75:349-360

- Zar J.H. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th Edition, Prentice-Hall/Pearson, Upper Saddle River, 944 p.

ANEXOS

Anexo 1. Espectro trófico de *Hypanus sabinus* en la Laguna de Alvarado, Veracruz, expresado en frecuencia de ocurrencia (%FO), abundancia gravimétrica (%G), abundancia numérica (%N) e Índice de importancia relativa (IIR).

TAXÓN	Ambos sexos				Hembras				Machos			
	%G	%N	%FO	%IIR	%G	%N	%FO	IIR%	%G	%N	%FO	IIR%
ANNELIDA	0.16	0.13	1.55	0.01	0.23	0.19	2.94	0.05	---	---	---	---
Polychaeta	0.63	0.95	5.15	0.28	0.10	0.11	1.96	0.02	1.94	2.60	8.70	1.17
Oligochaeta	0.04	0.15	0.52	<0.01	---	---	---	---	0.12	0.46	1.09	0.02
MOLLUSCA	0.18	0.20	3.09	0.04	0.18	0.15	2.94	0.04	0.13	0.15	2.17	0.02
Bivalvia	1.01	0.81	8.76	0.55	1.41	1.15	15.69	1.50	0.01	0.08	1.09	<0.01
Ostreida	2.05	0.10	1.55	0.11	2.87	0.15	2.94	0.33	---	---	---	---
Ostreidae												
<i>Crassostrea</i> sp.	0.05	0.03	0.52	<0.01	0.07	0.04	0.98	<0.01	---	---	---	---
<i>Crassostrea</i>												
<i>virginica</i>	0.34	0.03	0.52	0.01	0.47	0.04	0.98	0.02	---	---	---	---
Myida												
Dreissenidae												
<i>Mytilopsis</i>												
<i>leucophaeata</i>	0.05	0.05	0.52	<0.01	0.07	0.07	0.98	0.01	---	---	---	---
Venerida												
Cyrenidae												
<i>Polymesoda</i>												
<i>caroliniana</i>	0.17	0.08	1.55	0.01	0.22	0.07	1.96	0.02	0.03	0.08	1.09	<0.01
Mactridae												
<i>Rangia cuneata</i>	0.01	0.03	0.52	<0.01	---	---	---	---	0.03	0.08	1.09	<0.01
Cardiida												
Solecurtidae												

<i>Tagelus plebeius</i>	0.46	0.13	1.03	0.02	0.65	0.19	1.96	0.06	---	---	---	---
Cycloneritida												
<u>Neritinae</u>												
<i>Vitta usnea</i>	0.18	0.03	0.52	<0.01	0.25	0.04	0.98	0.01	---	---	---	---
<i>Vita virginea</i>	<0.01	0.05	1.03	<0.01	<0.01	0.07	1.96	0.01	---	---	---	---
MALACOSTRACA												
Decapoda	16.66	2.07	8.76	5.66	22.13	0.67	13.73	11.68	3.15	4.89	3.26	0.78
Alpheidae	1.83	0.51	2.06	0.17	2.15	0.63	1.96	0.20	1.05	0.23	2.17	0.08
Sesarmidae												
<i>Aratus pisonii</i>	0.39	0.03	0.52	0.01	0.55	0.04	0.98	0.02	---	---	---	---
Portunidae	0.61	0.20	4.12	0.12	0.58	0.15	3.92	0.11	0.68	0.31	4.35	0.13
<i>Arenaeus cribarius</i>	4.22	0.61	9.79	1.63	5.73	0.67	0.98	0.23	0.49	0.46	5.43	0.15
<i>Callinectes sp.</i>	1.30	0.30	5.15	0.28	0.92	0.22	4.90	0.21	2.23	0.46	5.43	0.43
<i>Callinectes rathbunae</i>	7.21	1.14	13.92	4.01	5.35	0.63	10.78	2.41	11.82	2.14	17.39	7.19
<i>Callinectes sapidus</i>	0.16	0.08	1.03	0.01	---	---	---	---	0.56	0.23	2.17	0.05
Diogenidae												
<i>Clibanarius vittatus</i>	0.05	0.03	0.52	<0.01	---	---	---	---	0.19	0.08	1.09	0.01
Panopeidae												
<i>Dyspanopeus texanus</i>	0.34	0.03	0.52	0.01	---	---	---	---	1.17	0.08	1.09	0.04
<i>Eurypanopeus depressus</i>	0.73	0.20	2.58	0.08	0.65	0.22	2.94	0.10	0.93	0.15	2.17	0.07
Penaeidae	8.92	0.61	10.82	3.56	9.83	0.48	9.80	3.77	6.68	0.84	11.96	2.67
<i>Penaeus aztecus</i>	32.98	0.81	13.92	16.21	28.50	0.59	12.75	13.84	44.09	1.22	15.22	20.43
<i>Penaeus setiferus</i>	3.50	0.35	6.19	0.82	2.74	0.19	4.90	0.53	5.38	0.69	7.61	1.37
Pinnotheridae												
<i>Zaops ostreum</i>	0.09	0.03	0.52	<0.01	0.12	0.04	0.98	0.01	---	---	---	---
Xanthidae	0.05	0.05	0.52	<0.01	0.07	0.07	0.98	0.01	---	---	---	---
Amphipoda	0.16	3.89	1.55	0.22	0.23	5.51	1.96	0.42	0.01	0.38	1.09	0.01
Cumacea	0.40	3.99	2.58	0.39	0.56	5.85	4.90	1.17	---	---	---	---
Tanaidacea	0.04	0.68	2.06	0.05	0.02	0.15	0.98	0.01	0.06	1.76	3.26	0.18
Parapseudidae												

<i>Discapseudes holthuisi</i>	2.55	46.48	30.41	51.71	1.85	45.30	24.51	43.14	4.27	47.86	36.96	57.08
<i>Discapseudes mexicanus</i>	1.01	28.61	12.37	12.63	0.72	33.57	14.71	18.82	1.74	17.18	9.78	5.48
Leptocheliidae												
<i>Chondrochelia dubia</i>	0.16	3.99	2.06	0.30	<0.01	0.04	0.98	<0.01	0.56	11.98	3.26	1.21
Restos de crustáceos	1.02	0.45	7.22	0.37	0.93	0.19	2.94	0.12	1.26	0.99	11.96	0.80
ACTINOPTERI												
Pleuronectiformes												
Achiridae												
<i>Achirus lineatus</i>	0.02	0.08	2.06	0.01	0.03	0.07	1.96	0.01	<0.01	0.08	2.17	<0.01
Paralichthyidae												
<i>Citharichthys spilopterus</i>	0.20	0.13	1.55	0.02	0.28	0.19	2.94	0.05	---	---	---	---
<i>Etropus crossotus</i>	<0.01	0.03	0.52	<0.01	<0.01	0.04	0.98	<0.01	---	---	---	---
Cynoglossidae												
<i>Symphurus plagusia</i>	0.02	0.05	1.03	<0.01	0.02	0.04	0.98	<0.01	<0.01	0.08	1.09	<0.01
Clupeiformes												
Clupeidae												
<i>Harengula sp.</i>	0.12	0.03	0.52	<0.01	---	---	---	---	0.43	0.08	1.09	0.02
<i>Harengula clupeola</i>	<0.01	0.05	1.03	<0.01	0.01	0.07	1.96	0.01	---	---	---	---
Engraulidae												
<i>Cetengraulis sp.</i>	1.35	0.05	0.52	0.02	1.90	0.07	0.98	0.07	---	---	---	---
<i>Cetengraulis edentulus</i>	0.12	0.03	0.52	<0.01	---	---	---	---	0.43	0.08	1.09	0.02
Cichliformes												
Cichlidae												
<i>Mayaheros urophthalmus</i>	0.09	0.03	0.52	<0.01	0.12	0.04	0.98	0.01	---	---	---	---
Gobiiformes												
Gobiidae												
<i>Bathygobius sp.</i>	<0.01	0.03	0.52	<0.01	---	---	---	---	<0.01	0.08	1.09	<0.01
<i>Bathygobius sp.</i>	0.04	0.05	1.03	<0.01	0.05	0.07	1.96	0.01	---	---	---	---

<i>Bathygobius</i>	0.16	0.08	1.55	0.01	---	---	---	---	0.56	0.23	3.26	0.08
<i>soporator</i>												
<i>Gobionellus</i> sp.	0.05	0.03	0.52	<0.01	---	---	---	---	0.19	0.08	1.09	0.01
<i>Gobionellus</i>												
<i>oceanicus</i>	2.44	0.05	1.03	0.09	0.50	0.04	0.98	0.02	7.23	0.08	1.09	0.24
Eleotridae												
<i>Dormitator</i> sp.	0.12	0.03	0.52	<0.01	---	---	---	---	0.43	0.08	1.09	0.02
<i>Dormitator</i>												
<i>maculatus</i>	1.14	0.03	0.52	0.02	1.60	0.04	0.98	0.06	---	---	---	---
Mugiliformes												
Mugilidae												
<i>Mugil cephalus</i>	1.66	0.03	0.52	0.03	2.32	0.04	0.98	0.09	---	---	---	---
Perciformes	0.02	0.03	0.52	<0.01	0.02	0.04	1.96	<0.01	---	---	---	---
Lutjanidae												
<i>Lutjanus griseus</i>	0.09	0.03	0.52	<0.01	0.12	0.04	0.98	0.01	---	---	---	---
Sciaenidae												
<i>Menticirrhus</i> sp.	<0.01	0.03	0.52	<0.01	---	---	---	---	<0.01	0.08	1.08	<0.01
Centropomidae												
<i>Centropomus</i>												
<i>undecimalis</i>	0.37	0.03	0.52	0.01	0.52	0.04	0.98	0.02	---	---	---	---
Restos de peces	0.30	0.20	4.12	0.07	0.38	0.22	5.88	0.13	0.12	0.15	2.17	0.02
TRACHEOPHYTA												
Alismatales												
Ruppiaceae												
<i>Ruppia maritima</i>	0.02	0.10	0.01	0.25	---	---	---	---	0.07	0.31	4.35	0.05
Restos de plantas	0.45	0.40	7.73	0.23	0.46	0.33	9.80	0.29	0.41	0.53	5.43	0.15
MONI	0.88	0.23	4.64	0.18	1.18	0.26	6.86	0.37	0.13	0.15	2.17	0.02

Anexo 2. Espectro trófico de *Hypanus sabinus* por tallas en la Laguna de Alvarado, Veracruz, expresado en frecuencia de ocurrencia (%FO), abundancia gravimétrica (%G), abundancia numérica (%N) e Índice de importancia relativa (IIR).

TAXÓN	13-26cm				26-39cm				40-52cm			
	%G	%N	%FO	IIR%	%G	%N	%FO	IIR%	%G	%N	%FO	IIR
ANNELIDA	0.40	0.27	1.30	0.03	0.11	0.07	1.75	0.01	---	---	---	---
Polychaeta	1.41	0.73	6.49	0.41	0.46	1.03	4.39	0.23	---	---	---	---
Oligochaeta	0.20	0.55	1.30	0.03	---	---	---	---	---	---	---	---
MOLLUSCA	0.31	0.27	3.90	0.07	0.15	0.17	2.63	0.03	---	---	---	---
Bivalvia	0.18	0.45	6.49	0.12	1.19	0.93	10.53	0.79	---	---	---	---
Ostreida	---	---	---	---	2.50	0.14	2.63	0.24	---	---	---	---
Ostreidae												
<i>Crassostrea</i> sp.	0.30	0.09	1.30	0.01	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Crassostrea virginica</i>	---	---	---	---	0.41	0.03	0.88	0.01	---	---	---	---
Myida												
Dreissenidae												
<i>Mytilopsis</i>												
<i>leucophaeata</i>	---	---	---	---	0.07	0.07	0.88	<0.01	---	---	---	---
Venerida												
Cyrenidae												
<i>Polymesoda</i>												
<i>caroliniana</i>	---	---	---	---	0.21	0.10	2.63	0.03	---	---	---	---
Mactridae												
<i>Rangia cuneata</i>	0.05	0.09	1.30	0.01	---	---	---	---	---	---	---	---
Cardiida												
Solecurtidae												
<i>Tagelus plebeius</i>	1.80	0.18	1.30	0.08	0.17	0.10	0.88	0.01	---	---	---	---
Cycloneritida												
<u>Neritinae</u>												

<i>Vitta usnea</i>	1.00	0.09	1.30	0.04	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Vita virginea</i>	---	---	---	---	<0.01	0.07	1.75	<0.01	---	---	---	---
MALACOSTRACA												
Decapoda	0.61	0.27	3.90	0.10	20.25	2.72	12.28	9.93	---	---	---	---
Alpheidae	0.20	0.09	1.30	0.01	2.20	0.65	2.63	0.26	---	---	---	---
Sesarmidae												
<i>Aratus pisonii</i>	---	---	---	---	0.48	0.03	0.88	0.02	---	---	---	---
Portunidae	1.01	0.36	5.19	0.21	0.52	0.14	4.39	0.10	---	---	---	---
<i>Arenaeus cribarius</i>	4.02	0.64	9.09	1.23	4.29	0.58	10.53	1.81	---	---	---	---
<i>Callinectes sp.</i>	0.40	0.45	5.19	0.13	1.50	0.24	5.26	0.32	---	---	---	---
<i>Callinectes rathbunae</i>	17.84	1.36	12.99	7.28	4.94	1.03	14.91	3.14	---	---	---	---
<i>Callinectes sapidus</i>	0.90	0.27	2.60	0.09	---	---	---	---	---	---	---	---
Diogenidae												
<i>Clibanarius vittatus</i>	---	---	---	---	0.07	0.03	0.88	<0.01	---	---	---	---
Panopeidae												
<i>Dyspanopeus texanus</i>	---	---	---	---	0.41	0.03	0.88	0.01	---	---	---	---
<i>Eurypanopeus depressus</i>	1.00	0.27	2.60	0.10	0.67	0.17	2.63	0.08	---	---	---	---
Penaeidae	2.73	0.82	11.69	1.21	10.28	0.48	9.65	3.65	7.38	16.67	33.33	12.02
<i>Penaeus aztecus</i>	32.06	0.73	10.39	9.94	33.38	0.83	16.67	20.07	---	---	---	---
<i>Penaeus setiferus</i>	16.43	0.45	6.49	3.20	0.71	0.31	6.14	0.22	---	---	---	---
Pinnotheridae												
<i>Zaops ostreum</i>	---	---	---	---	0.11	0.03	0.88	<0.01	---	---	---	---
Xanthidae	---	---	---	---	0.07	0.07	0.88	<0.01	---	---	---	---
Amphipoda	0.90	13.45	1.30	0.54	>0.01	0.21	1.75	0.01	---	---	---	---
Cumacea	0.04	0.82	2.60	0.07	0.48	5.13	2.63	0.52	---	---	---	---
Tanaidacea	0.20	2.45	5.19	0.40	---	---	---	---	---	---	---	---
Parapseudidae												
<i>Discapseudes holthuisi</i>	6.77	56.18	37.66	69.17	1.65	42.41	26.32	40.81	---	---	---	---
<i>Discapseudes mexicanus</i>	2.19	11.36	10.39	4.11	0.76	34.57	13.16	16.37	0.04	33.33	33.33	16.69
Leptocheliidae												

<i>Chondrochelia dubia</i>	<0.01	1.45	2.60	0.11	0.20	4.88	1.75	0.31	---	---	---	---
Restos de crustáceos	0.61	0.73	9.09	0.36	0.70	0.31	5.26	0.19	70.45	16.67	33.33	43.56
ACTINOPTERI												
Pleuronectiformes												
Achiridae												
<i>Achirus lineatus</i>	0.01	0.27	3.90	0.03	0.02	0.03	0.88	<0.01	---	---	---	---
Paralichthyidae												
<i>Citharichthys</i>	---	---	---	---	0.24	0.17	2.63	0.04	---	---	---	---
<i>spilopterus</i>	---	---	---	---	0.24	0.17	2.63	0.04	---	---	---	---
<i>Etropus crossotus</i>	0.01	0.09	1.30	<0.01	---	---	---	---	---	---	---	---
Cynoglossidae												
<i>Symphurus plagusia</i>	<0.01	0.09	1.30	<0.01	0.02	0.03	0.88	<0.01	---	---	---	---
Clupeiformes												
Clupeidae												
<i>Harengula sp.</i>	0.70	0.09	1.30	0.03	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Harengula clupeola</i>	<0.01	0.09	1.30	<0.01	<0.01	0.03	0.88	<0.01	---	---	---	---
Engraulidae												
<i>Cetengraulis sp.</i>	---	---	---	---	1.65	0.07	0.88	0.05	---	---	---	---
<i>Cetengraulis edentulus</i>	0.70	0.09	1.30	0.03	---	---	---	---	---	---	---	---
Cichliformes												
Cichlidae												
<i>Mayaheros</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	18.44	16.67	33.33	17.56
<i>urophthalmus</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	18.44	16.67	33.33	17.56
Gobiiformes												
Gobiidae												
<i>Bathygobius sp.</i>	0.20	0.18	1.30	0.01	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Bathygobius soporator</i>	0.50	0.18	2.60	0.05	0.09	0.03	0.88	<0.01	---	---	---	---
<i>Gobionellus sp.</i>	0.30	0.09	1.30	0.01	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Gobionellus oceanicus</i>	---	---	---	---	2.98	0.07	1.75	0.19	---	---	---	---
Eleotridae												
<i>Dormitator sp.</i>	---	---	---	---	0.15	0.03	0.88	0.01	---	---	---	---
<i>Dormitator maculatus</i>	---	---	---	---	1.39	0.03	0.88	0.04	---	---	---	---
Mugiliformes												
Mugilidae												

<i>Mugil cephalus</i>	---	---	---	---	2.02	0.03	0.88	0.06	---	---	---	---
Perciformes	---	---	---	---	---	---	---	---	3.69	16.67	33.33	10.18
Lutjanidae												
<i>Lutjanus griseus</i>	---	---	---	---	0.11	0.03	0.88	<0.01	---	---	---	---
Sciaenidae												
<i>Menticirrhus</i> sp.	<0.01	0.09	1.30	<0.01	---	---	---	---	---	---	---	---
Centropomidae												
<i>Centropomus undecimalis</i>	---	---	---	---	0.46	0.03	0.88	0.02	---	---	---	---
Restos de peces	0.40	0.18	2.60	0.04	0.29	0.21	5.26	0.09	---	---	---	---
TRACHEOPHYTA												
Alismatales												
Ruppiaceae												
<i>Ruppia maritima</i>	0.11	0.27	3.90	0.04	---	---	---	---	---	---	---	---
Restos de plantas	0.46	0.36	5.19	0.12	0.38	0.34	7.89	0.20	---	---	---	---
MONI	2.51	0.45	6.49	0.56	0.52	0.14	3.51	0.08	---	---	---	---