



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"Determinación de los Hábitos

Alimenticios durante las estaciones primavera y verano de Carcharhinus falciformis, Sphyrna lewini y Nasolamia velox (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) a partir del Análisis de su Contenido Estomacal en el Golfo de Tehuantepec, México".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

BIOLOGO

PRESENTA:

Alejandra Alicia Cabrera Chávez-Costa.



Director de Tesis: Biól. José Leonardo Castillo Géniz.

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
2000
FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

280683



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: "Determinación de los Hábitos Alimenticios durante las estaciones primavera y verano de Carcharhinus falciformis, Sphyrna lewini y Nasolamia velox (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) a partir del Análisis de su Contenido Estomacal en el Golfo de Tehuantepec, México".

realizado por Alejandra Alicia Cabrera Chávez-Costa.

con número de cuenta 9552881-6 , pasante de la carrera de Biología.

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Biól. José Leonardo Castillo Géniz.
Propietario

Propietario M. en C. Efraín Tovar Sánchez.

Propietario Biól. Javier Tovar Avila.

Suplente Biól. Eduardo Castañeda Beltrán.

Suplente Dr. Mario Alejandro Salcedo Vargas.

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Edna M. Suárez D.

Consejo Departamental de Biología.
Dra. Edna María Suárez Díaz.



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

[Handwritten signatures and notes]
Juan Tovar Ci.

Dijo también Dios:

Produzcan las aguas,

reptiles animados que vivan en el agua

y aves que vuelen sobre la tierra debajo del firmamento del cielo.

Crió, pues, Dios los grandes peces

y todos los animales que viven y se mueven,

producidos por las aguas según sus especies

y asimismo todo volátil según su género.

y vio Dios que lo hecho era bueno.

Y bendijolos, diciendo:

Creced, multiplicaos y henchid las aguas del mar...

Libro del Génesis.

DEDICATORIA:

A mis padres: **Lucila y Augusto**, a quienes debo mi vida y lo que ahora soy.

A mi hermana: **Lucila**, por toda una vida compartida. ¡ Gracias Chavi !

A mis abuelos: **Graciela, Augusto y Catalina y Zeferino**, por ser la luz que ilumina el camino de esta familia.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo se llevó a cabo en el Programa Tiburón de la Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros del Instituto Nacional de la Pesca de la SEMARNAP, bajo la dirección del Biól. José Leonardo Castillo Géniz, a quien agradezco sinceramente ésta y todas las oportunidades que me ha brindado, la infinita paciencia y la gran amistad que nos une

A Efraín Tovar Sánchez, por el cuidado e interés con el cual, desde un principio, revisó este trabajo y por sus muy valiosos comentarios.

A Javier Tovar Avila, porque nunca permitió que me diera por vencida y por su incondicional ayuda.

Al Biól. Eduardo Castañeda, al Dr. Mario Alejandro Salcedo y al Dr. José Luis Villalobos por su valiosa ayuda en uno de los pasos más difíciles y duros de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por brindarme a mí y a todos los que hemos pasado por ella, un sinfín de oportunidades.

A los alumnos del CETMAR de Puerto Madero, Chis., y a los Permisarios de este mismo, quienes colaboraron en el muestreo, muy especialmente a Don Fidel, por todo su apoyo y cariño.

A los miembros del Programa Tiburón.

A la familia Sandoval Ruíz y a Roberto Cózatl por todo su amor.

A Gustavo Giraldo, por la ternura y perseverancia demostrada y compartida a lo largo de nuestras vidas.

A Ceci, Mónica, Katia, Fer, Ma. José, Kor, Mau, Arturo y, en general, a todos mis amigos, por haber compartido momentos especiales y duros, sabiendo que, aunque pase el tiempo, volveremos a coincidir.

A la M. en C. Edith Zárate y a Lupita Castañeda, por su amabilidad, servicio y cariño.

A mi querida Fala, por compartir toda su vida conmigo y por enseñarme lo que es la nobleza.

A Yinka, por enseñarme que un ladrido es lo mejor que hay cuando las cosas no salen bien.

Y... a todos los que hicieron esto posible.

INDICE.

| | |
|---|----------|
| Resumen. | 1 |
| I. Introducción. | 2 |
| A) Los depredadores y sus presas. Clasificación de los depredadores. | |
| B) Interacción depredador-presa. Distribución del depredador. Densidad del depredador. Efecto de los depredadores sobre las presas. * A nivel Individual. * A nivel Poblacional. * A nivel Comunidad. | |
| C) Grado de especialización y conducta de forrajeo en los tiburones. Generalistas o Polívoros. Generalista Oligófago. Especialista Monófago. | |
| D) Preferencias Alimenticias de los tiburones y factores que las afectan. Tamaño de la presa. Disponibilidad de Alimento. Calidad Nutricional de las presas. Estadios de desarrollo de los tiburones. | |
| E) Importancia de los tiburones. | |
| F) Importancia de los tiburones en la Cadena Alimenticia. | |
| G) Importancia de los tiburones: <i>Carcharhinus falciformis</i> , <i>Sphyrna lewini</i> y <i>Nasolamia velox</i> en el Golfo de Tehuantepec, México. | |
| II. Antecedentes. | 13 |
| A) Hábitos Alimenticios de <i>Carcharhinus falciformis</i> , <i>Sphyrna lewini</i> y <i>Nasolamia velox</i> . | |
| III. Justificación, Objetivos e Hipótesis. | 16 |
| IV. Area de Estudio. | 18 |
| A) Ubicación Geográfica. | |
| B) Batimetría. | |
| C) Corrientes. | |
| D) Masas de Agua. | |
| E) Oleaje y Mareas. | |
| F) Condiciones Meteorológicas. Temperatura. Lluvias. Vientos. | |
| G) Variables físicas y químicas. | |
| V. Metodología. | 22 |
| A) Trabajo de Campo. | |
| B) Trabajo de Laboratorio. Método de Frecuencia de Ocurrencia. Método Numérico. Método Gravimétrico. Método Volumétrico. Métodos Subjetivos. | |

| | |
|---|----------|
| C) Trabajo de Gabinete. Indice de Importancia Relativa. | |
| VI. Resultados. | 26 |
| A) <i>Carcharhinus falciformis</i> . Ambito alimenticio. Variación de la dieta entre sexos y estadios de desarrollo. Variación temporal de la dieta. | |
| B) <i>Nasolamia velox</i> . Ambito alimenticio. Variación de la dieta entre sexos y estadios de desarrollo. Variación temporal de la dieta. | |
| C) <i>Sphyrna lewini</i> . Ambito alimenticio. Variación de la dieta entre sexos y estadios de desarrollo. Variación temporal de la dieta. | |
| VII. Discusión. | 33 |
| A) Metodología. Artes de Pesca. Métodos * Método de Frecuencia de Ocurrencia. * Método Numérico. * Método Gravimétrico. * Método Volumétrico. * Métodos Subjetivos. Indice de Importancia Relativa (IIR). Curvas Acumulativas. Método Gráfico Tridimensional. | |
| B) Por Especie. <i>Carcharhinus falciformis</i> . <i>Nasolamia velox</i> . <i>Sphyrna lewini</i> . | |
| VIII. Conclusión. | 43 |
| IX. Recomendaciones. | 45 |
| X. Literatura Citada. | 46 |
| Figuras. | 52 |
| XI. Apéndice. | 60 |

RESUMEN.

En este estudio, se describen los hábitos alimenticios de las especies de tiburón: *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini* y *Nasolamia velox* que habitan las aguas del Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México, durante las estaciones: primavera (1999) y verano (1998).

La composición cuantitativa de la dieta fue analizada usando los siguientes índices: de Frecuencia de Ocurrencia (%FO), Numérico (%N), Gravimétrico (%W), e Importancia Relativa (IIR). Las diferencias de la composición entre la dieta de las tres especies de tiburón, así como entre sexos, estadios de desarrollo y estaciones (temporadas), fue analizado por medio de la prueba de *chi* cuadrada. Finalmente, se utilizó el Índice de Similitud de Sørensen (ISS) para comprobar que presas y en que porcentaje son compartidas por las tres especies de tiburón estudiadas.

En total, se analizaron 104 estómagos, de los cuales 37 pertenecieron a *C. falciformis*, 50 a *S. lewini* y 17 a *N. velox*. El ISS, registró que *C. falciformis* y *N. velox* comparten el 40% de las presas que utilizan en su dieta, *N. velox* y *S. lewini* comparten a su vez el 37% y *C. falciformis* y *S. lewini* comparten el 13% de sus presas. La única especie que es compartida por las tres especies de tiburón, es el cangrejo *Portunus xantusii affinis*.

Carcharhinus falciformis, fue muestreado únicamente en verano, su ámbito alimenticio se encontró compuesto por el cangrejo *Portunus xantusii affinis*. Las pruebas de *chi* cuadrada, no registraron diferencias significativas en la dieta de hembras y machos, ni tampoco entre juveniles y adultos, lo cual nos indica que este organismo es especialista (monófago).

Nasolamia velox, fue capturado en ambas estaciones (primavera y verano), su ámbito alimenticio se encuentra principalmente constituido por teleósteos. Las pruebas de *chi* cuadrada registraron que hay diferencias en la dieta de hembras y de machos, así como entre juveniles y adultos, lo cual no se registró para las dos estaciones de muestreo, teniendo que esta especie de tiburón es un organismo oligófago.

Sphyrna lewini, fue muestreado en ambas estaciones, su ámbito alimenticio estuvo compuesto por teleósteos que en su mayoría no pudieron ser identificados por su avanzado estado de digestión. Las pruebas de *chi* cuadrada, no registraron diferencias significativas tanto para sexos como para estaciones. En cambio, la misma prueba registró diferencias significativas en la dieta de neonatos, juveniles y adultos de esta especie. Por lo encontrado, se sugiere que esta especie es generalista (polífago).

I. INTRODUCCIÓN.

A) Los depredadores y sus presas.

La depredación se define como la interacción ecológica en la cual el depredador se alimenta de una presa, que se encuentra viva cuando es atacada por primera vez (Begon *et al.*, 1996). La importancia de esta interacción radica en que el depredador regula a las poblaciones de presas interviniendo tanto en la densidad como en la distribución de estas.

Clasificación de los depredadores.

Thompson (1982), clasificó a los depredadores con base a sus conductas alimenticias, encontrando cuatro tipos:

1. Los depredadores verdaderos, los cuales matan a su presa de manera inmediata después de atacarla. Durante su vida matan a muchas y diferentes presas, por lo general, se las comen enteras, pero algunas veces sólo se alimentan de partes de éstas. Aquí encontramos a los carnívoros, como los tiburones, los delfines, los lobos marinos, etc.
2. Los herbívoros o ramoneadores, los cuales sólo se alimentan de una parte de su presa, a la cual, raramente matan por completo. Entre estos, encontramos a los herbívoros como las tortugas marinas y manatíes, entre otros.
3. Los parásitos, que también consumen sólo partes de sus presas (hospederos). Sus ataques causan daños serios, pero no son mortales (a corto plazo). Aquí se encuentran hongos, bacterias, peces y crustáceos.
4. Los parasitoides, son un grupo de insectos (Hymenopteros y Dípteros), que están clasificados por el comportamiento de la hembra adulta. Ésta, deja sus huevos sobre el huésped o en el interior del mismo, el cual finalmente muere y sirve después como alimento para las crías (Begon *et al.*, 1996).

B) Interacción depredador-presa.

La actividad de un organismo cambia el medio en el que vive, alterando los recursos y modificando su disponibilidad para otros organismos, por lo tanto, cuando un organismo entra en la vida de otro, se considera que están interactuando (Begon *et al.*, 1996).

Distribución del depredador.

La relación depredador-presa es de gran importancia ya que no solo regula a los individuos en la cadena alimenticia (Krebs, 1985) si no que también es un factor que contribuye en la distribución y abundancia de la población de presas, por ejemplo, Kitching y Ebling (1967 en Krebs, 1985), estudiaron en la costa del sur de Irlanda, al mejillón común (*Mytilus edulis*) y a su principal

depredador, los cangrejos de dicha área. Encontraron, que donde había altas densidades de cangrejos, la población del mejillón disminuía notablemente y donde la población del mejillón se encontraba en un nivel alto, no había cangrejos, ya que las condiciones del medio no permitieron que estos se establecieran. De la misma manera, esta relación da la pauta para que se desarrollen conductas y adaptaciones paralelas tanto del depredador como de la presa. Es decir, se ha considerado a esta relación una carrera coevolutiva, en la que la selección natural actúa sobre ambos organismos haciendo por un lado, que el depredador sea más eficiente en su método de caza y que la presa desarrolle una mayor capacidad para detectar al depredador y así escapar de él (Begon y Mortimer, 1981).

Densidad de la presa.

El depredador tiene dos maneras de responder al aumento en la densidad poblacional de la presa:

1) Respuesta Numérica: Se presenta un aumento en la densidad poblacional de los depredadores, conforme se incrementa la densidad de presas. **2) Respuesta Funcional:** El depredador modifica el consumo de la presa, la cual puede estar afectada por la calidad y disponibilidad de los alimentos o porque los depredadores presenten ciertas preferencias alimenticias (Krebs, 1985).

Holling (1959), clasificó la respuesta funcional en 3 tipos: 1) La tasa de consumo se incrementa de manera lineal hasta llegar a un máximo, en donde por más que aumente la densidad poblacional de las presas, la tasa de consumo ya no se va a incrementar (Begon *et al.*, 1996). 2) La tasa de consumo aumenta junto con la densidad de la presa, pero la velocidad a la que aumenta va disminuyendo gradualmente hasta llegar a un consumo constante que no toma en cuenta la densidad de la presa (Begon *et al.*, 1996). Es decir, conforme la densidad poblacional de la presa aumenta, la búsqueda de esta se vuelve trivial y el depredador pasa la mayor parte del tiempo cazando, aniquilando y consumiendo a su presa (Begon y Mortimer, 1981) y 3) Cuando hay una alta densidad poblacional de las presas, se da una respuesta tipo 2, pero cuando la densidad poblacional de la presa disminuye, se da una fase de aceleramiento en la cual un incremento repentino de la densidad poblacional de la presa dispara de forma lineal la tasa de consumo del depredador (Begon *et al.*, 1996).

La tasa de consumo eventualmente llega a una meseta, la cual se hace independiente de la cantidad de comida disponible por lo que el beneficio para los consumidores también alcanza una meseta; a esto se le llama saciamiento. Por ejemplo, Wetherbee *et al.* (1990), observaron que el tiburón limón, *Negaprion brevirostris*, cuando está lleno, deja de alimentarse, ya que se pudo observar que se topó con varias presas a las cuales no atacó, pero cuando empieza la digestión de la comida, se presenta nuevamente la conducta de búsqueda de presas. Por esto, Cortés y Gruber (1990) sugieren que hay un corto periodo de alimentación seguido por un largo periodo de digestión con actividad alimenticia reducida.

Efecto de los depredadores sobre las presas.

En la interacción depredador-presa, los depredadores no consumen a toda su población de presas, ya que esto trae como consecuencia la reducción inmediata del tamaño de dicha población, lo que afecta directamente la expectativa de vida y la adecuación de la población, por lo tanto, el depredador se verá afectado a corto o largo plazo por su disminución poblacional (Begon y Mortimer, 1981).

*** A nivel Individual.**

El efecto de los depredadores sobre las presas puede analizarse a nivel individual, poblacional o de comunidades. A nivel individual, puede afectar la estructura física del organismo, por ejemplo, el tiburón blanco *Carcharodon carcharias*, entre sus presas se encuentran los pinípedos (lobos marinos, focas, etc.), los que ingiere a mordidas, causando, cuando estas se salvan, graves daños físicos (pérdida de alguna de las aletas, pedazos de su cuerpo y hasta la probocis) (Burney *et al.*, 1982). Como resultado de esto, la adecuación de la presa se ve afectada de las siguientes maneras: a) incrementando la mortalidad, por lo general, un tiburón blanco ataca a su presa por detrás, por lo que en los Fócidos (focas), el daño es generalmente mortal ya que estos, se impulsan con la parte posterior de su cuerpo (Ainley *et al.*, 1985) por lo tanto, al dañar a la foca esta nada con mayor dificultad lo que reduce sus posibilidades de sobrevivir a otro ataque, b) reduciendo el número de descendientes, en este caso, las hembras heridas son excluidas del harem por el macho, por lo cual, estas no copularían, c) disminuyendo la habilidad competitiva, es decir, un individuo dañado no puede competir por comida o por una hembra como un organismo que no está herido y que se encuentra en un perfecto estado y d) reduciendo la tasa de crecimiento, es decir, cuando un organismo sobrevive al ataque del tiburón y queda herido se ve afectado físicamente y por lo tanto, no podrá alimentarse de manera eficiente y se reducirá su crecimiento (Burney *et al.*, 1992)

*** A nivel Poblacional.**

A nivel poblacional, los depredadores, también pueden causar cambios en la demografía de sus presas, ya que alteran su éxito reproductivo y su crecimiento, afectando de esta manera la abundancia de las presas, por ejemplo, los elefantes marinos fueron los pinípedos más atacados por el tiburón blanco en las costas de California durante 1975 y 1976 (Burney *et al.*, 1992), dando como resultado una baja en el éxito reproductivo de la población ya que las hembras que fueron atacadas y que se encontraban preñadas murieron o abandonaron a sus crías y muchas otras fueron excluidas del harem y no pudieron reproducirse, por lo tanto para la siguiente generación hubo una baja considerable en el éxito reproductivo (Burney *et al.*, 1996). Así mismo, los tiburones pueden disminuir el crecimiento poblacional y las tasas de sobrevivencia de las presas, alterando en consecuencia sus patrones de distribución.

* A nivel Comunidad.

A su vez, los depredadores, pueden incrementar o reducir la diversidad de las comunidades de presas ya que si seleccionan a las especies dominantes, se favorecerá un aumento en la diversidad, en cambio, si se selecciona a especies raras, se producirá una reducción de la diversidad. Además, pueden alterar significativamente la dinámica y estructura de las comunidades, causando disturbios al alimentarse de sus presas, ya que alteran su abundancia relativa y cambian las condiciones ambientales de diferentes hábitats, por lo tanto, disminuyen la adecuación de la presa.

Por lo general, los depredadores enfocan su alimento en una presa, mientras esta es abundante en su medio, pero cambian a otra, cuando esta deja de ser abundante (Begon y Mortimer, 1981).

Generalmente los tiburones se alimentan de organismos moribundos, enfermos o heridos. Hobson (1963), plantea que para la detección y captura del alimento, los tiburones se valen de diferentes estímulos que llegan a sus órganos de los sentidos. El principal órgano de los sentidos que es empleado en la detección del alimento a grandes distancias, es el olfato. El estímulo de este tipo hace que el tiburón se mueva de manera rápida y directa hacia su alimento sin la necesidad de utilizar otro órgano de los sentidos. Finalmente la caza del alimento se concluye con un estímulo visual hacia este. Muchas veces en este proceso se emplea la detección de movimientos erráticos de las presas pero es menos frecuente.

C) Grado de especialización y conducta de forrajeo de los tiburones.

El alimento otorga a los organismos los siguientes beneficios: a) un incremento en las tasas de crecimiento, desarrollo y nacimiento, y b) disminución de las tasas de mortalidad (Begon *et al.*, 1996).

Todos los animales requieren una cierta cantidad de comida simplemente para mantenerse, así que tanto la tasa de consumo como el beneficio del consumidor son dos relaciones difíciles de explicar. Si no se tiene una mínima cantidad de alimento, el organismo no va a ser capaz de crecer y reproducirse, y por lo tanto no va a contribuir con su descendencia para las siguientes generaciones (Begon *et al.*, 1996).

Los depredadores, pueden determinar el resultado final de la competencia interespecífica, mediante su habilidad de alimentarse diferencialmente de distintas especies de presas, por ejemplo, el comportamiento alimenticio inicial de un tiburón por lo general empieza en una exhaustiva investigación del hábitat en el que se encuentra. Si repentinamente aparece otro tiburón de una talla similar que le signifique competencia por comida, la tasa de nado y ataque aumenta, si la presa es grande y si trata de escapar, se produce una fuerte batalla entre todos los tiburones que se encuentren alrededor, dando como resultado que se ataquen entre ellos y acaben ingiriendo a un tiburón que se encontraba desde el principio, a este comportamiento se le llama "frenesí alimenticio" (Springer, 1967).

Cuando el depredador tiene ante sí opciones alimenticias, posiblemente muestre una preferencia fija por una presa, respecto a otra, aunque no se modifique al hacerlo la abundancia de la presa. En otros casos la inclinación por un tipo de presa sí depende de su abundancia (Krebs, 1985).

Generalistas o Polífagos.

El depredador por lo general se alimenta de varias y diversas especies (presas), pero siempre con un rango de aceptabilidad entre los alimentos que consume. A estos depredadores, se les denomina GENERALISTAS o POLIFAGOS (Begon *et al.*, 1996). Estos, se alimentan de diferentes taxa, por ejemplo, el tiburón *Heterodontus francisci*, que se alimenta de sipunculidos, así como de diversos moluscos, artrópodos, teleósteos y de angiospermas en la Laguna de San Ignacio, B. C. S., México (Segura *et al.*, 1997).

Generalista Oligófago.

Este depredador se alimenta de pocos pero diferentes tipos de presa, es decir, es un organismo que se alimenta de individuos de varios ordenes pertenecientes a un mismo taxa, por ejemplo, el tiburón *Carcharhinus melanopterus* que en el Golfo de Carpentaria, Australia que se alimenta únicamente de varios órdenes de teleósteos (Salini *et al.*, 1992).

Especialista Monófago.

Es factible que la relación opere en forma inversa, y la presa restrinja la distribución del depredador, si este es el caso, el depredador, deberá estar muy especializado y alimentarse de sólo una o dos especies. En tal caso, se le da el nombre de depredador ESPECIALISTA o MONÓFAGO. Este se alimenta de un solo tipo de presa, es decir, es un organismo que se alimenta de varios organismos pertenecientes a un mismo orden, como por ejemplo el holocéfalo *Callorhynchus callorhynchus* que se alimenta únicamente de moluscos bivalvos en la Patagonia, Argentina (Pedersen, 1994).

Muchas veces, la especialización está determinada por que el organismo presenta ciertas estructuras (generalmente bucales), que hacen posible que se alimente de ciertos recursos y lo hace más difícil para otros (Begon *et al.*, 1996). El ser un depredador de tipo especialista, presenta ciertas ventajas y desventajas. Este, va a obtener de una sola presa la energía suficiente que requiere para llevar a cabo todos sus procesos, así mismo, no tiene que buscar constantemente a su presa, ya que por lo general, donde se encuentra la presa, se encuentra el depredador. Esto, es a su vez una desventaja, ya que si por alguna razón la presa se extingue o disminuye su población, también se va a extinguir o disminuir la población del depredador o este se verá obligado a buscar una nueva presa que cubra todos sus requerimientos energéticos. En cambio un depredador generalista presenta un espectro trófico bastante amplio, lo cual le permite alimentarse de otras

presas si alguna de estas que se encuentra en su dieta desaparece, por lo cual esto no es un factor de riesgo. Este depredador, en general tiene que alimentarse de diferentes presas, ya que una sola no cubre sus requerimientos energéticos por lo que tiene que estar en un constante proceso de búsqueda y alimentación, proceso en el cual gasta energía.

A los tiburones se les clasifica en general como organismos oportunistas (generalistas), los cuales se alimentan de una gran variedad de presas que se encuentran a su vez en una gran variedad de hábitats, a los que estos tienen acceso, la selectividad está determinada por la disponibilidad de las presas (Wetherbee *et al.*, 1990).

D) Preferencias Alimenticias de los tiburones y factores que las afectan.

Hay tres factores que determinan que el depredador seleccione a cierta presa: la energía que le provea, el tiempo que tarde en encontrar a su presa y el tiempo que se tarde en cazarla, matarla e ingerirla (Crawley, 1992). Por ejemplo, el alimento de un carnívoro varía muy poco en composición pero varía en tamaño (Begon *et al.*, 1996). Los tiburones, son depredadores que se alimentan intermitentemente y no necesariamente todos los días (Wetherbee *et al.*, 1990).

Entre los factores que afectan las preferencias alimenticias de los tiburones, encontramos:

a) Tamaño de la presa. Este, ejerce un efecto importante en la organización de las cadenas alimenticias, es decir, los animales tienden a ser de tamaño cada vez mayor conforme se asciende por los niveles tróficos, aunque, por supuesto, hay un límite, tanto superior como inferior, definido por el tamaño del alimento que puede ingerir un organismo. La estructura de un depredador fija los límites del tamaño de las presas de las que se alimenta; excepto en unos cuantos casos, los organismos de gran tamaño no se alimentan de pequeñas presas porque no podrían capturar suficiente número de ellas en un lapso adecuado para satisfacer sus necesidades metabólicas, con algunas excepciones como el tiburón ballena *Rhincodon typus* que se alimenta de plancton. En general la mayoría de los tiburones se puede alimentar de presas más grandes que él, ya que presenta una serie de cartílagos que le permiten protuir la mandíbula superior y dar grandes mordidas, por ejemplo, el tiburón blanco, *Carcharodon carcharias*, se alimenta de presas más grandes que él, como las ballenas, las cuales son ingeridas cuando ya están muertas o cuando se encuentran muy enfermas.

Algunas especies de tiburones son solitarias, otras, se agregan para capturar presas grandes. Se tienen pocos reportes de que ataquen a su presa en grupos, pero, por ejemplo el tiburón *Etmopterus virens*, se ha visto depredando en el fondo a pulpos y calamares (Springer, 1967).

b) Disponibilidad de alimento.- Cuando la comida es abundante, los tiburones tienden a seleccionar un alimento en particular, el cual maximice el consumo y el aprovechamiento de energía, minimizando el gasto de esta. En cambio, cuando la comida es menos abundante, los

tiburones no pueden escoger su alimento, por lo cual, se tienen que alimentar de cualquier presa que se encuentre disponible. Hobson (1963), observó que el tiburón azul, *Prionace glauca*, cuando se encuentra en la superficie durante el día se alimenta de eufáusidos, anchovetas y calamares. Durante la tarde y noche, la actividad alimenticia de este organismo cambia ya que tanto las merluzas, como los cefalópodos de aguas profundas, migran en la noche por la columna de agua en búsqueda de alimento, encontrándose de esta manera disponibles para los tiburones azules.

La disponibilidad de alimento muchas veces se ve influenciada por las estaciones del año, por ejemplo, el tiburón cabeza de pala, *Sphyrna tiburo*, en general se alimenta de crustáceos pero en invierno muestra una alimentación basada prácticamente en el cangrejo *Callinectes sapidus*, en cambio, en otoño la diversidad de presas aumenta, lo que da como resultado que este tiburón se alimente principalmente de los cangrejos *Libinia dubia* y *Persephona punctata*, así como del calamar *Loligo pealei* (Cortés et al., 1996).

Clark y Nelson (1997) observaron que la cadena alimenticia en el arrecife de Ningaloo, empieza una vez al año (marzo-abril), con la producción masiva de corales, lo que da como resultado un aumento en la producción de plancton que a su vez atrae a crustáceos, cardúmenes de anchovetas y a grandes tiburones como el tiburón ballena que se alimenta de manera intensiva de estos organismos ya que se encuentran totalmente disponibles.

c) Calidad nutricional de las presas. Por lo general, todos los seres vivos buscan alimentos con un gran contenido energético y que impliquen en su obtención poco gasto de energía. Con respecto a este punto, la información es escasa, no se sabe cuales presas de las que se encuentran en su espectro trófico les proveen un mayor contenido energético.

d) Estadios de desarrollo de los tiburones. Los estadios de desarrollo que presentan los tiburones son los siguientes: neonato, juvenil y adulto, que incluye a las hembras grávidas. Cuando un organismo cambia su dieta conforme va creciendo, se dice que presenta una dieta de tipo ontogénica. Lowe et al. (1996) propone que los cambios ontogénicos tanto en la diversidad como en la talla de las presas están atribuidos a lo siguiente:

- Los tiburones de talla grande, se pueden alimentar de grandes presas, ya que tienen acceso a diferentes hábitats.
- Los tiburones de diferentes estadios ocupan diferentes áreas, ya que se segregan por tallas y sexos.
- Conforme un tiburón aumenta su talla, también aumenta la eficiencia para capturar a su presa, ya que poseen sus sentidos totalmente desarrollados y son capaces de capturar presas grandes y rápidas.

Por ejemplo, Medved y Marshall (1981) observaron que la mayoría de los tiburones aletones, *Carcharhinus plumbeus* de estadio de desarrollo neonato, así como los juveniles no presentaron

estómagos totalmente llenos, lo cual fue atribuido a que todavía no son lo suficientemente hábiles para atrapar a sus presas.

El tiburón leopardo *Triakis semifasciata*, observa una dieta ontogénica, es decir, la presa dominante en los juveniles son los crustáceos. En cambio, los adultos de dicha especie, presentan una dieta más amplia en donde los teleósteos y moluscos son más importantes que los crustáceos (Talent, 1976).

Los juveniles de *Carcharhinus plumbeus*, se alimentan de presas de tallas que puedan permitirle al tiburón tragárselas sin tener que morderlas. Las que fueron consumidas a mordidas fueron algunas rayas, y algunos otros tiburones como *Mustelus canis* y *Squalus acanthias*, las cuales fueron consumidas por adultos y juveniles grandes (Stillwell y Kohler, 1993).

Cortés y Gruber (1990) reportaron que el tiburón limón (*Negaprion brevirostris*), cuando es juvenil se alimenta de peces que habitan en lechos de algas y también de moluscos y crustáceos pero cuando es adulto se alimenta básicamente de teleósteos, siendo secundarios los moluscos, crustáceos y otros elasmobranquios. Este cambio ontogénico, se da porque conforme el tiburón crece, aumenta la variedad de hábitats que ocupa, se puede alimentar tanto en el mar abierto, como en zonas arrecifales o de costa, lo cual resulta en una mayor disponibilidad de tipos de presas y de estas mismas.

E) Importancia de los tiburones.

A nivel mundial existen alrededor de 400 especies de tiburones (Compagno, 1988), de estas, en aguas mexicanas se han registrado 80 especies (Applegate *et al.*, 1979), De las cuales, alrededor de 40 son capturadas de manera frecuente en la zona marítima costera del litoral mexicano, representando un importante recurso pesquero (Castillo, 1992).

La característica pesquera más sobresaliente de los tiburones, es que todas sus partes pueden ser utilizadas y tienen un valor comercial significativo (Castillo, 1992).

En cuanto a la ciencia médica, los tiburones son de interés ya que son inmunes al cáncer y a otras enfermedades, así mismo a partir del plasma de los tiburones, se han podido aislar elementos anticoagulantes aprovechados para la elaboración de fármacos experimentales para el tratamiento de enfermedades cardiovasculares. También, las córneas de algunas especies se han utilizado para transplantes en seres humanos (Castillo, 1992).

En México, el aprovechamiento del tiburón para consumo humano, se remonta hasta los tiempos de los Olmecas y Aztecas (Applegate *et al.*, 1979).

F) Importancia de los Tiburones en la Cadena alimenticia.

La transferencia de energía desde su origen en las plantas, por los herbívoros hasta los carnívoros recibe el nombre de cadena alimenticia, ésta, no es una unidad aislada, se encuentra entrelazada

en redes alimenticias formadas por una gran diversidad de organismos que se encuentran clasificados en niveles tróficos conforme a su función en la cadena trófica (Krebs, 1985).

Los Elasmobranquios (tiburones, rayas y quimeras), son los depredadores tope de la cadena alimenticia marina. Éstos, juegan un papel importante en los ecosistemas marinos en relación con las poblaciones, con las que se encuentran interactuando (peces, invertebrados, reptiles, mamíferos y aves) y que están en los niveles tróficos más bajos (Ellis *et al.*, 1996). Dentro de los Elasmobranquios, los tiburones ocupan un nicho importante en el ecosistema marino, ya que están en la cima de la cadena alimenticia. Por lo anterior, si son sobreexplotados u otros factores causan un decremento en la abundancia de estas especies, se afectará de manera directa a la cadena alimenticia, ya que se ocasionarían cambios demográficos en las poblaciones de presas, lo cuál daría como resultado una reacción en cadena que acabaría con algunas poblaciones de especies (O'Neill *et al.*, 1986).

G) Importancia de los tiburones: *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini* y *Nasolamia velox*, en el Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México.

Chiapas, es el primer estado productor de tiburón en México, con un promedio de 4.061 toneladas anuales durante el periodo de 1987-1998. En este último año, la pesca de tiburones en Chiapas representó el 12.05% de la producción total nacional de tiburón, el 18.43% de la producción de tiburón para todo el litoral Pacífico y el 0.23% de la producción total pesquera nacional. Así, en este año (1998) la producción de tiburón de Chiapas adquirió mayores dimensiones convirtiéndose en pocos años en una importante región productora de tiburón y cazón tanto para el Pacífico como para todo México (Castillo *et al.*, 1997).

Desde hace dos décadas, la pesca artesanal de tiburón en Chiapas genera valiosas fuentes de empleo y divisas. Una importante parte de la producción de tiburón que se desembarca en Puerto Madero se canaliza como alimento para consumo humano a la ciudad de México (Ortiz, 1993 en Ronquillo, 1999). En 1998, se registró una captura de tiburón de 2939 toneladas, una de las más altas después de la captura registrada en ese mismo año en Baja California, siendo en este año Chiapas, el tercer estado productor de tiburones en el litoral Pacífico (Ronquillo, 1999).

Actualmente el Instituto Nacional de la Pesca a través de la Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros (DGIEMRP), lleva a cabo desde junio de 1996 un monitoreo de las capturas de tiburón desembarcadas en Puerto Madero, en colaboración con el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (CETMAR) de dicha localidad que pertenece a la Unidad en Ciencia y Tecnología del Mar de la Secretaría de Educación Pública. Este proyecto titulado "Evaluación y Manejo de la Pesquería Artesanal de tiburón de Puerto Madero, Chiapas", tiene el objetivo de evaluar el estado actual de las poblaciones de tiburones que son explotadas comercialmente en las aguas del Golfo de Tehuantepec (Castillo, *et al.*, 1997).

En el Golfo de Tehuantepec, se han identificado 14 especies de tiburones, pertenecientes a 2 ordenes, 5 familias y 8 géneros. De estos, los que presentaron la mayor abundancia relativa durante el periodo de 1987-1998 fueron: *Carcharhinus falciformis* (51.36%), *Sphyrna lewini* (39.63%), *C. limbatus* (2.43%) y *Nasolamia velox* (1.21%). (Castillo *et al.*, 1997) (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de tiburones capturadas en el Golfo de Tehuantepec y desembarcadas en Puerto Madero, Chiapas. (Castillo *et al.*, 1997)

| Nombre común | Nombre científico | % de la Captura Total |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 1. Tiburón aleta de cartón | <i>Carcharhinus falciformis</i> | 51.36 |
| 2. Tiburón martillo | <i>Sphyrna lewini</i> | 39.63 |
| 3. Tiburón puntas negras | <i>Carcharhinus limbatus</i> | 2.43 |
| 4. Tiburón coyotito | <i>Nasolamia velox</i> | 1.21 |
| 5. Tiburón perro | <i>Alopias superciliosus</i> | * |
| 6. Tiburón perro | <i>Alopias pelagicus</i> | * |
| 7. Tintorera | <i>Galeocerdo cuvieri</i> | * |
| 8. Cornuda prieta | <i>Sphyrna zygaena</i> | * |
| 9. Tiburón torito | <i>Mustelus lunulatus</i> | * |
| 10. Tiburón chato | <i>Carcharhinus leucas</i> | * |
| 11. Tiburón azul | <i>Prionace glauca</i> | * |
| 12. Mako | <i>Isurus oxyrinchus</i> | * |
| 13. Cornuda prieta | <i>Sphyrna media</i> | * |
| 14. Cornuda gigante | <i>Sphyrna mokarran</i> | * |

* Estas especies formaron el segundo grupo de importancia que aportó el 5.37%.

* ***Carcharhinus falciformis***. Esta especie es de gran importancia en la zona, presentó su mayor abundancia en las capturas mensuales en octubre de 1996 (88.0%), enero de 1997 (88.57%) y febrero del mismo año (92.41%). Fue la especie con el mayor porcentaje de captura a lo largo de todo el año (junio '96 a junio '97). La captura estuvo compuesta tanto de hembras como de machos que correspondieron en su mayoría a organismos inmaduros. El rango de tallas de captura observado para ambos sexos fue de 46-340 cm (LT) (Castillo *et al.*, 1997).

* *Sphyrna lewini*. Esta especie presentó sus mayores abundancias durante los meses de septiembre (89.24%) y junio (71.92%) de 1997. La captura del tiburón martillo estuvo compuesta tanto por hembras como machos que presentaron un rango de tallas de 31-329 cm (LT). La mayor proporción de los organismos fueron tiburones inmaduros, correspondientes a neonatos y juveniles, aunque en junio y julio se observó la presencia de algunas hembras y machos sexualmente maduros. Del total de tiburones martillo capturados, el 93.1% de ellos fueron inmaduros (Castillo *et al.*, 1997).

* *Nasolamia velox*. Es la cuarta especie más abundante en el Golfo de Tehuantepec, se registró la captura de 109 individuos, entre junio de 1996 a junio de 1997. El rango de tallas que se observó para ambos sexos fue de 68-216 cm (LT).

Las capturas de esta especie estuvieron sostenidas principalmente por organismos inmaduros pero en un proceso avanzado de alcanzar la madurez sexual. Sólo durante el mes de agosto se observaron algunos ejemplares ya completamente maduros. (Castillo *et al.*, 1997).

II. ANTECEDENTES.

Hábitos alimenticios de *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini* y *Nasolamia velox*.

Poco se sabe sobre los hábitos alimenticios de los tiburones (Tabla 2). Para las especies utilizadas en este trabajo, los estudios se describen a continuación:

Galván y Nienhuis (1989) estudiaron 11 especies de tiburones que son capturadas en la cercanía de Isla Cerralvo, Baja California Sur, México. Los que se capturaron con mayor frecuencia de mayo a diciembre fueron *Sphyrna lewini*, *S. zygaena* y *C. falciformis*. Analizaron los contenidos estomacales de varias especies, encontrando que *S. lewini*, se alimenta principalmente del cangrejo *Murcia gaudichaudii*, así como de peces neríticos y cefalópodos mesopelágicos. Para *Carcharhinus. falciformis*, se encontró como alimento principal el cangrejo pelágico *Pleuroncodes planipes*.

Marín (1992) realizó muestreos intensivos de las capturas de tiburón llevadas a cabo por embarcaciones mayores y menores de las costas de Tamaulipas y Veracruz, México. Examinó 1344 organismos pertenecientes a 6 órdenes, 10 familias, 15 géneros y 27 especies. Destacando en composición taxonómica, el orden Carcharhiniformes. Encontró que en 7 contenidos estomacales de *C. falciformis*, predominaron los restos de peces óseos, incluyendo dentro de éstos, carnadas de las cimbras. Sólo se identificó un teleósteo que fue *Sphyrna barracuda*. Este autor, afirma que *C. falciformis* presenta hábitos alimenticios epipelágicos, también menciona que en su dieta figuran: atunes, macarelas, ofictidos y calamares. Respecto a *S. lewini*, se encontraron con mayor abundancia teleósteos (Muraenidae), seguidos por cefalópodos y en una ocasión un tiburón (*Squatina dumierili*).

En cuanto a *Nasolamia velox*, es la única de las tres especies estudiadas que no presenta ningún antecedente de hábitos alimenticios.

Tabla 2. Grado de Especialización en Elasmobranquios (artículos).

| ESPECIE | GRADO DE ESPECIALIZACIÓN | LOCALIDAD | AÑO | AUTOR |
|---------------------------------------|--------------------------|--|------|---|
| <i>Apristurus sp.</i> | Polífago | Costa Oeste de Sud Africa | 1996 | Ebert, D; Cowley, P. y Compagno, J. |
| <i>Apristurus microps</i> | Polífago | Costa Oeste de Sud Africa | 1996 | Ebert, D; Cowley, P. y Compagno, J. |
| <i>Callorhynchus callorhynchus</i> | Monófago | Costa de Patagonia, Argentina | 1994 | Pedersen, S. |
| <i>Carcharias taurus</i> | Polífago | Costa de Virginia, U.S.A. | | Gelseichter, J; Musik, J. y Nichols, S. |
| <i>Carcharhinus amblyrhynchooides</i> | Polífago | Noreste del Golfo de Carpentaria, Australia | 1992 | Salini, J; Blaber, S. y Brewer, D. |
| <i>C. amblyrhynchus</i> | Polífago | Noreste del Golfo de Carpentaria, Australia | 1992 | Salini, J; Blaber, S. y Brewer, D. |
| <i>C. cautus</i> | Polífago | Noreste del Golfo de Carpentaria, Australia | 1992 | Salini, J; Blaber, S. y Brewer, D. |
| <i>C. dussumieri</i> | Polífago | Noreste del Golfo de Carpentaria, Australia | 1992 | Salini, J; Blaber, S. y Brewer, D. |
| <i>C. falcaformis</i> | Monófago | Bajo Golfo de California, México | 1989 | Galván, F. y Nienhuis, H. |
| <i>C. leucas</i> | Polífago | Río Colorado y Río San Juan, Nicaragua | 1976 | Tuma, R. |
| <i>C. melanopterus</i> | Polífago | Noreste del Golfo de Carpentaria, Australia | 1992 | Salini, J; Blaber, S. y Brewer, D. |
| <i>C. obscurus</i> | Oligófago | Costa de Virginia, U.S.A. | | Gelseichter, J; Musik, J. y Nichols, S. |
| <i>C. plumbeus</i> | Polífago | Bahía de Chincoteague, Virginia, U.S.A. | 1988 | Medved, F. y Marshall, J. |
| | Polífago | Banco de George, Cabo Hatteras, U.S.A. | 1993 | Stillwell, C. y Kohler, N. |
| <i>C. porosus</i> | Monófago | Estado de Maranhao, Brazil | 1997 | Lessa, R. y Almeida, Z. |
| <i>C. sorrah</i> | Polífago | Noreste del Golfo de Carpentaria, Australia | 1992 | Salini, J; Blaber, S. y Brewer, D. |
| <i>C. tilstoni</i> | Polífago | Noreste del Golfo de Carpentaria, Australia | 1992 | Salini, J; Blaber, S. y Brewer, D. |
| <i>Galeocerdo cuvieri</i> | Polífago | Islas Hawaianas: Nihay, Kauai, Oahu, Maui, Lanai, Kahoolawe, Molokai y Hawaii. | 1996 | Lowe, C; Wetherbee, B, Crow, G y Tester, A. |
| <i>Galeorhinus galeus</i> | Polífago | Atlántico Noreste | 1996 | Ellis, J, Pawson, J. y Shackley, S. |
| <i>G. zyopterus</i> | Polífago | Costas de Washington, Columbia y Oregon, U.S.A. | 1979 | Brodeur, R: Lorz, H y Pearcy, W. |
| <i>Galeus polli</i> | Polífago | Costa Oeste de Sud Africa | 1996 | Ebert, D; Cowley, P. y Compagno, J. |
| <i>Hemigaleus microstoma</i> | Polífago | Noreste del Golfo de Carpentaria, Australia | 1992 | Salini, J; Blaber, S. y Brewer, D. |
| <i>Heterodontus mexicanus</i> | Polífago | Bajo Golfo de California, México | 1989 | Galván, F. y Nienhuis, H. |
| <i>H. francisci</i> | Polífago | Laguna de San Ignacio, BCS; México. | 1996 | Segura, J; Abitia, L y Galván, F. |
| <i>Holoaetelurus regani</i> | Polífago | Costa Oeste de Sud Africa | 1996 | Ebert, D; Cowley, P. y Compagno, J. |
| <i>Mustelus asterias</i> | Polífago | Atlántico Noreste | 1996 | Ellis, J; Pawson, J. y Shackley, S. |
| <i>M. canis</i> | Polífago | Estuario de Nueva Jersey, U.S.A. | 1996 | Rountree, R y Able, K. |
| | Polífago | Costa de Virginia, U.S.A. | | Gelseichter, J; Musik, J. y Nichols, S. |
| <i>M. henlei</i> | Polífago | Bahía de San Francisco, U.S.A. | 1975 | Russo, R. |
| <i>M. lunulatus</i> | Polífago | Bajo Golfo de California, México | 1989 | Galván, F. y Nienhuis, H. |
| <i>M. mustelus</i> | Polífago | Costas de Sud Africa | 1997 | Smale, J y Compagno, L. |
| <i>M. palumbes</i> | Polífago | Costas de Sud Africa | 1997 | Smale, J y Compagno, L. |
| <i>Negaprion acutidens</i> | Polífago | Noreste del Golfo de Carpentaria, Australia | 1992 | Salini, J; Blaber, S. y Brewer, D. |

| ESPECIE | GRADO DE ESPECIALIZACIÓN | LOCALIDAD | AÑO | AUTOR |
|-------------------------------|--------------------------|---|------|---|
| <i>Negaprion brevirostris</i> | Polífago | Laguna de Bimini, Bahamas y el Bajo Matecumbe, Cabos de Florida, U.S.A. | 1990 | Cortés, E y Gruber, S. |
| | Polífago | | 1990 | Wetherbee, B; Gruber, S. y Cortés, E. |
| <i>Prionace glauca</i> | Polífago | Laguna de Bimini, Bahamas y el Bajo Matecumbe, Cabos de Florida, U.S.A. | 1992 | Cortés, E y Gruber, S. |
| | Polífago | Costa de Looe y Salcombe, Inglaterra | 1973 | Stevens, J. D. |
| | Polífago | Costas de Washington, Columbia y Oregon, U.S.A. | 1979 | Brodeur, R; Lorz, H y Pearcy, W. |
| <i>Pteromylaeus bovinus</i> | Polífago | Bahía de Monterey, California, U.S.A. | 1981 | Harvey, J. |
| <i>Raja brachyura</i> | Polífago | Costa de Túnez | 1977 | Capape, C. |
| <i>R. clavata</i> | Polífago | Atlántico Noreste | 1996 | Ellis, J; Pawson, J y Shackley, S. |
| <i>R. monlagui</i> | Polífago | Atlántico Noreste | 1996 | Ellis, J; Pawson, J y Shackley, S. |
| <i>R. naevus</i> | Polífago | Atlántico Noreste | 1996 | Ellis, J; Pawson, J y Shackley, S. |
| <i>R. radiata</i> | Polífago | Costa Oeste de Groenlandia | 1995 | Pedersen, S. |
| <i>Rhincodon typus</i> | Polífago | Bahía de La Paz, México | 1997 | Clark, E y Nelson, D. |
| <i>Rhizoprionodon acutus</i> | Polífago | Noreste del Golfo de Carpentaria, Australia | 1992 | Salini, J; Blaber, S y Brewer, D. |
| <i>R. porosus</i> | Polífago | Costas de Punta ballena, Isla de Margarita, Costa de Virginia, U.S.A. | 1984 | EgLee, G y Bashirulah, A. |
| <i>R. terraenovae</i> | Polífago | Atlántico Noreste | 1996 | Gelsteichter, J; Musik, J y Nichols, S. |
| <i>Scyliorhinus canicula</i> | Polífago | Costa Oeste de Sud Africa | 1996 | Ellis, J; Pawson, J y Shackley, S. |
| <i>S. capensis</i> | Polífago | Atlántico Noreste | 1996 | Ebert, D; Cowley, P y Compagno, J. |
| <i>S. stellaris</i> | Polífago | Golfo de Alaska | 1996 | Ellis, J; Pawson, J y Shackley, S. |
| <i>Somniosus pacificus</i> | Polífago | Bajo Golfo de California, México | 1999 | Yang, J y Page, B. |
| <i>Sphyrna lewini</i> | Polífago | Bahía de Tampa y Puerto de Charlotte, U.S.A. | 1989 | Galván, F y Nienhuis, H. |
| <i>S. tiburo</i> | Polífago | Bajo Golfo de California, México | 1996 | Cortés, E; Manire, C y Hueter, R. |
| <i>S. zygaena</i> | Polífago | Costas de Washington, Columbia y Oregon, U.S.A. | 1989 | Galván, F y Nienhuis, H. |
| <i>Squalus acanthias</i> | Polífago | Bahía de Monterey, California, U.S.A. | 1979 | Brodeur, R; Lorz, H y Pearcy, W. |
| <i>Squatina squatina</i> | Polífago | Atlántico Noreste | 1996 | Ellis, J; Pawson, J y Shackley, S. |
| <i>Triakis semifasciata</i> | Polífago | Bahía de San Francisco, U.S.A. | 1996 | Ellis, J; Pawson, J y Shackley, S. |
| | Polífago | Bahía de Monterey, California, U.S.A. | 1975 | Russo, R. |
| | | | 1976 | Talent, L. |

* Polífago: Generalista; individuo que se alimenta de organismos de diferentes taxa.

Oligofago: Individuo que se alimenta de organismos diferentes ordenes de un mismo taxa.

Monofago: Especialista; individuo que se alimenta de organismos pertenecientes a un mismo orden.

III. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS.

Los tiburones son organismos que juegan un papel importante en el ecosistema marino, no solo por ser los depredadores tope, sino también porque intercambian energía a lo largo de los niveles tróficos. Los hábitos alimenticios de los tiburones determinan su papel en el intercambio de energía entre los niveles tróficos superiores del ambiente marino. A pesar de esto, es muy poca la información que se encuentra acerca de la biología básica de los Elasmobranchios (Wetherbee *et al.*, 1990).

En la literatura encontramos numerosas listas de alimentos que han sido observados en los estómagos de los tiburones (Clark y von Schmidt, 1965), pero son pocos los reportes que cuantifican a las diferentes presas y los que estiman la cantidad de comida que es consumida por el organismo, ya sea anual o diariamente. Asimismo, hay pocas descripciones del comportamiento alimenticio o de patrones de selectividad de presas por parte de los depredadores. De la misma manera, hay muy poca información de los procesos digestivos y/o de la eficiencia en la cual la energía es absorbida y convertida para el crecimiento (Wetherbee *et al.*, 1990).

A pesar de que estos estudios son ahora una práctica común y estandarizada en la ecología de peces, existe poca literatura acerca de los diferentes métodos que pueden ser empleados (Hyslop; 1980). Una revisión de los estudios que involucran el conocimiento de dietas, hábitos alimenticios y consumo en peces, revela la falta de acercamientos metodológicos, así como de pruebas estadísticas aplicables al análisis de resultados (Cortés, 1997).

En años recientes, se ha incrementado el interés en modelos que evalúen las poblaciones, desde el punto de vista de la depredación y competencia, en una determinada biomasa y composición de especies en un ecosistema (Gulland, 1983). Modelos de este tipo, requieren entre otros datos, información concerniente al tipo y cantidad de comida consumida por los depredadores (Cohen *et al.*, 1981). Considerando que los tiburones son uno de los grupos más abundantes de depredadores en el mar (Gruber, 1977; Gruber y Myrberg, 1977), la depredación por estos organismos podría tener un impacto mayor en especies comercialmente importantes, por esto resulta de gran importancia conocer los hábitos alimenticios de estos depredadores (Medved *et al.*, 1988).

Por lo anterior, en este trabajo se planteó el siguiente objetivo general:

Conocer la biología alimenticia durante las estaciones primavera y verano de los tiburones: *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini* y *Nasolamia velox* que habitan las aguas del Golfo de Tehuantepec, México.

Así mismo, se buscó cubrir los siguientes objetivos particulares:

- Conocer el ámbito alimenticio de *Sphyrna lewini*, *Nasolamia velox* y *Carcharhinus falciformis*, en función de sus estadios de desarrollo.

- Conocer las preferencias alimenticias de *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini* y *Nasolamia velox* en función a su sexo.
- Conocer las preferencias alimenticias de *Nasolamia velox* y de *Sphyrna lewini* en función de la variación estacional.

Las hipótesis involucradas en este trabajo son las siguientes:

- a) Como el Golfo de Tehuantepec posee grandes fluctuaciones tanto oceanográficas como climáticas de tipo estacional (Wyrtek, 1974), las cuales favorecen la mezcla de masas de agua así como de procesos de surgencia que son los causantes de una alta productividad biológica, se espera que las preferencias alimenticias de los tiburones cambien ya que varía tanto la diversidad como la abundancia de presas de manera temporal.
- b) Al incrementar su talla, los tiburones, tienen acceso a muchos y muy variados hábitats como: mar abierto, arrecifes, costa, etc., lo cual a su vez, les permite una mayor disponibilidad a una gran variedad de presas. Así mismo, todo organismo pasa por una etapa de aprendizaje y desarrollo final de sus órganos, en la cual aprende como cazar y distinguir presas que le provean de suficiente energía, por lo cual, se espera que las preferencias alimenticias de *S. lewini*, *N. velox* y *C. falciformis* cambien por cada estadio de desarrollo.
- c) Los tiburones, tienden a segregarse por sexos (Springer, 1967), por lo cual tienen acceso tanto a hábitats como a presas diferentes, así mismo, una hembra grávida no se alimenta de lo mismo que los demás tiburones, ya que presenta diferentes requerimientos (en términos de energía) para llevar a sus crías a término, por lo cual se espera encontrar diferencias en los contenidos estomacales de hembras y machos de *C. falciformis*, *S. lewini* y *N. velox*.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de Tehuantepec, es la frontera oceánica sur y una de las regiones oceanográficas comprendidas en la Zona Económica Exclusiva de México en el Océano Pacífico. Es una región con aproximadamente 420 kilómetros de longitud litoral, cuenta con una extensa Plataforma Continental que prácticamente es una extensión de la Llanura Costera (Gallegos *et al.*, 1988).

La zona de estudio seleccionada fue Puerto Madero, que se encuentra ubicado en el Golfo de Tehuantepec, en el estado de Chiapas y está enlazado con la Ciudad de Tapachula, Chiapas (Fig. 1). Se encuentra entre las latitudes 16° 08' 24" y 14° 12' 36" y las longitudes 96° 35' 24" y 92° 16' 48". Puerto Madero está situado a 19 millas al SE de la Barra de San Simón (Anónimo, 1978).

A) Ubicación Geográfica.

El Golfo de Tehuantepec tiene una forma triangular cuya base sería la línea que une Puerto Ángel con la desembocadura del Río Suchiate; el vértice superior se encontraría en la Barra de San Francisco y los lados sensiblemente curvos se extenderían: el Noroccidental, entre Puerto Ángel y el complejo lagunar y el Nororiental entre este complejo y Puerto Madero. Este triángulo se extiende en una superficie de aproximadamente 19,000 millas náuticas cuadradas, con una base de 232 millas por una altura de 64 (Anónimo, 1978).

Las costas del Golfo de Tehuantepec pertenecen a los estados de Oaxaca y Chiapas. Los ríos que desembocan en el Golfo de Tehuantepec son: el Río Tehuantepec que desemboca al Oriente de Salina Cruz, el Río Juchitán que desemboca en la Laguna Superior e Inferior y el Río Ostuta que desemboca en la Laguna Oriental (Anónimo, 1978).

B) Batimetría.

En general, las profundidades del Golfo de Tehuantepec son menores de 1000 brazas; la línea batimétrica que corresponde a esa profundidad pasa frente a Puerto Ángel a una distancia de 12 millas de la costa y atraviesa el Golfo con ondulaciones, hasta llegar a unas 47 millas mar adentro, al Sureste de la desembocadura del Suchiate (Anónimo, 1978).

La curva de 100 brazas, se presenta sumamente irregular sin poder definirse completamente. La curva de las 20 brazas sigue la línea de la costa paralelamente, a distancias que varían de 2 millas en la parte Occidental del Golfo, hasta 10 millas en la parte Norte y Sureste del litoral del mismo (Anónimo, 1978).

C) Corrientes

Las corrientes en el Golfo de Tehuantepec son muy irregulares, fluctúan con los cambios de dirección de los vientos. Las direcciones en que se desplazan las corrientes, están comprendidas

entre el Sureste y el Este-Sureste, durante los meses de invierno; cambiando a Noroeste y al Oeste-Noroeste en el resto del año. (Anónimo, 1978).

La corriente parece tener una anchura de casi 360 millas con una contracorriente pegada a la costa (Anónimo, 1978).

D) Masas de Agua.

La masa de agua más profunda en la región del Golfo de Tehuantepec, se encuentra desde los 1500 m de profundidad hasta el fondo (Reid, 1965). Encima de ésta se encuentra una capa de agua que se distingue por valores mínimos de salinidad que fluctúan entre 34.48 y 34.52 ups y temperaturas de 7.8 a 8.2° C, a profundidades de 600 a 1000 m; esta es el Agua Intermedia del Pacífico Norte y presenta un lento movimiento horizontal similar al de la masa de agua subyacente. El agua entre los 1000 y los 1500 m de profundidad es la mezcla entre estas dos masas de agua (Gallegos, 1994).

El agua del Océano Pacífico Ecuatorial, es la única masa de agua que en su zona de formación no adquiere sus características termohalinas directamente en la superficie, ocupa el estrato siguiente, entre 600 y 300 m de profundidad. En el Golfo de Tehuantepec, esta masa de agua tiene básicamente un movimiento horizontal Norte-Sur que depende de la intensidad relativa de la Corriente de California y el sistema de corrientes del Océano Pacífico tropical. (Gallegos, 1994).

E) Oleaje y Mareas.

El oleaje en el Golfo de Tehuantepec, tiene aspectos estacionales muy marcados. Las olas tienen energía suficiente para transportar sedimentos en el litoral, según la forma de la costa y la dirección de incidencia (Gallegos, 1994).

La marea es mixta, predominantemente semidiurna (dos pleamares y dos bajamares por día lunar), con amplitud promedio de 1.0 m con máxima es de 1.80 m.

En el Golfo de Tehuantepec, el movimiento inducido por la marea es prácticamente homogéneo en la vertical (barotrópico). Si el fondo es plano las columnas de agua se deslizan sobre él en un continuo vaivén de trayectorias elípticas. Pero si el fondo no es plano, las columnas de agua reaccionan contra él y generan movimientos que arrastran sedimentos del fondo, incorporándolos a la columna de agua. Esto ocurre en el borde de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec y mantiene una turbidez permanente en una capa pegada al fondo de unos pocos metros de espesor, rica en partículas y materia orgánica en suspensión (Gallegos y Barberán, 1997). Esta condición contribuye a la productividad biológica en las comunidades del bentos del Golfo de Tehuantepec (Gallegos, 1994).

F) Condiciones Meteorológicas.

La región del Golfo de Tehuantepec, se encuentra dentro de la zona tropical, siendo el clima por lo general húmedo con abundancia de lluvias. Las condiciones climáticas son semejantes a las de la costa Sur de México y de la zona tórrida (Anónimo, 1978).

¶) **Temperatura.** La temperatura media varía muy poco, la temperatura máxima promedio anual es de 32.2° C en el mes de julio, el mínimo de 22.4° C en diciembre y una media anual de 27.6° C. (Anónimo, 1978). En cuanto a la distribución vertical de la temperatura en el mar abierto del Golfo de Tehuantepec, se encuentra de la siguiente manera: una delgada capa isoterma seguida por una termoclina en donde la temperatura desciende de 28 a 15° C en los primeros 100 m de profundidad. A partir de allí la temperatura desciende más lentamente, en tal forma que a 350 y a 900 m de profundidad las temperaturas que normalmente se registran son de 10° C y 5° C, respectivamente. En el mar costero la distribución vertical de temperatura refleja las condiciones del momento; en temporada de surgencias la distribución vertical es casi homogénea, con registro de temperaturas relativamente frías. En otra época, la distribución vertical acusa una termoclina somera y estrecha, con un gradiente térmico del orden de 1° C por cada 10 m de profundidad (Gallegos, 1994).

¶) **Lluvias.** Las lluvias son abundantes, con mayor cantidad de precipitación en el mes de junio y a fines de otoño, que en el resto del año. A lo largo de las costas del Sur de México, la temporada de lluvias y la de sequías están bien definidas. La primavera se extiende de mayo a noviembre y el resto del año constituye la sequía (Anónimo, 1978).

¶) **Vientos.-** A lo largo de la costas del Sur de México, la dirección de los vientos predominantes es del Noroeste, tendiendo a ser paralelos a la línea de la costa, presentándose en el Golfo de Tehuantepec los vientos fuertes del Norte en la época de invierno. En particular en el Golfo de Tehuantepec, los vientos dominantes vienen del Noroeste. Durante los meses cálidos, el cinturón de calmas ecuatoriales causa que cambien los vientos dominantes en una dirección del sur. En cambio, durante el invierno, las anticiclones que se mueven hacia el sur sobre el Golfo de México al otro lado del continente, originan vientos fuertes del norte a lo largo de varias porciones de esta costa sur de la República Mexicana (Anónimo, 1978).

G) Variables Químicas.

La distribución de salinidad superficial delata también los cambios estacionales en el Golfo de Tehuantepec. Se detectan lentes de agua superficial con salinidades relativamente más altas o más bajas que el valor promedio de 33.85 ups, típico del agua Superficial del Océano Pacífico

ecuatorial oriental. Valores mayores a este promedio resultan por evaporación intensa o por eventos de surgencia, pues el agua subsuperficial es de mayor salinidad (34.05 ups). Valores menores al promedio se observan durante la estación lluviosa (Gallegos, 1994).

La concentración de saturación de oxígeno disuelto en el agua es de aproximadamente 8 ml/l. Las concentraciones que normalmente se miden son de 1 a 6 ml/l (Gallegos, 1994).

En el Golfo de Tehuantepec, existe una "capa de mínimo oxígeno", de unas decenas de metros de espesor, a una profundidad promedio de 150 m, en donde las concentraciones son de 0.1 a 0.5 ml/l. Esta capa de mínimo oxígeno se extiende hacia el oeste a todo lo ancho del Océano Pacífico tropical, a una profundidad y concentración que va en aumento en esa dirección. No existe una explicación concluyente sobre su existencia y origen, pero es aceptable decir que esta capa de mínimo oxígeno identifica a una masa de agua que se formó hace mucho tiempo y que por la lentitud con la que se desplaza y por la descomposición del detritus de la materia orgánica producida en aguas superficiales, su oxígeno disuelto se ha consumido casi totalmente. Precisamente la descomposición de esta materia orgánica explica las altas concentraciones de nutrientes, particularmente fosfatos, nitritos y silicatos, en la capa de mínimo oxígeno (Gallegos, 1994).

V. MATERIALES Y METODOS.

A) Trabajo de Campo.

Los datos se obtuvieron durante dos muestreos realizados en el puerto pesquero de Puerto Madero, Chiapas, México (Fig. 1), el primero se realizó del 21 al 25 de julio de 1998 y el segundo del 20 al 25 de abril de 1999.

Los tiburones fueron capturados por los pescadores de la región usando redes agalleras, palangres y cimbras. En los sistemas con anzuelos se utilizó como carnada un pez de la familia escombridae (sierras).

Cada tiburón que se obtuvo en la captura fue identificado con la clave de Compagno (1984), y se le tomaron las longitudes siguientes: a) Longitud Total (LT: distancia en línea recta entre la punta de la cabeza o morro y la punta del lóbulo superior de la aleta caudal), b) Longitud Furcal (LF: distancia entre la punta de la cabeza o morro y la muesca posterior de la aleta caudal) y c) Longitud Precaudal (LPC: distancia entre la punta de la cabeza o morro y la muesca precaudal dorsal), d) peso (Kg) y e) sexo.

Posteriormente, se les disectó por la cavidad abdominal y se localizó el estómago cardiaco el cual antes de ser extraído se amarró de ambos extremos (para evitar de esta manera cualquier pérdida de la muestra) y finalmente se extrajo. Se usó el estómago cardiaco y no el espiral porque en este último es en donde se lleva a cabo la absorción de los nutrientes de cada alimento, en cambio en el cardiaco es en donde se almacena la comida y empieza el proceso de digestión. Cada estómago se inyectó con formol al 10% neutralizado con borato de sodio para evitar que la digestión continuara, de esta manera tanto el estómago como el contenido estomacal quedaron totalmente fijados. Cada estómago se etiquetó con los datos correspondientes y se les almacenó en frascos de plástico, con formol al 10%. Por último, se extrajo el contenido estomacal el cual fue preservado en alcohol al 96%.

B) Trabajo de Laboratorio.

La composición cuantitativa de la dieta fue analizada usando los siguientes métodos o índices: de Frecuencia de Ocurrencia (%FO), Numérico (%N), Gravimétrico (%W) (Hyslop, 1980).

Método de Frecuencia de Ocurrencia.

Consistió en analizar los contenidos estomacales de los organismos para ver en cuántos de ellos se encontró una determinada presa (Hyslop, 1980), se identificó a cada presa hasta el taxón más bajo posible. El número de estómagos en los cuales una presa se haya encontrado fue expresado como el porcentaje del total de los estómagos que contuvieron cierta especie (Hyslop, 1980).

Para la identificación de los peces se utilizó la morfología externa que aún se conservaba. En los casos donde el pez se encontraba en un estado de digestión avanzado, se contaron el número

pareado de cristalinos, el cual fue registrado como peces no identificados. Los crustáceos se identificaron por medio de sus exoesqueletos o por restos de estos. Para los cefalópodos, se utilizó su morfología externa, ya que excepcionalmente aún se conservaba.

Método Numérico.

Este, registra el número de individuos de cada categoría alimenticia (especie) que está presente en cada estómago (Hyslop, 1980). Cuando las categorías alimenticias, se encontraron en un estado avanzado de digestión, el número de peces fue registrado con base a la identificación y agrupamiento de estos, el número de crustáceos fue registrado como el número máximo de individuos basándonos en el número pareado de ojos, quelas o tórax (Talent, 1976). En cuanto a los cefalópodos, se contó el número de estos.

El total se expresó como porcentaje total de los individuos presentes en todas las categorías (Hyslop, 1980), por especie.

Método Gravimétrico.

En este método se toma en cuenta el peso de los alimentos, ya sea peso seco o húmedo (Hyslop, 1980). En este estudio se trabajó con el peso húmedo, el cual fue obtenido pesando las categorías alimenticias en una balanza gravimétrica, si se encontraba agua en la superficie de esta, se removió por medio de un papel desechable (Parker, 1963; Hyslop, 1980).

El peso total de una categoría alimenticia se expresó como el porcentaje del peso húmedo total de los contenidos estomacales (Hyslop, 1980). Lo cual se hizo con las categorías alimenticias previamente identificadas.

Método Volumétrico.

Este análisis es cuantificado por el desplazamiento de agua de cada categoría o de cada grupo de categorías, que es medido en un aparato graduado (probeta) y posteriormente cuantificado, expresándolo en volumen (Jude, 1971).

El volumen total de una categoría alimenticia tomada de una población de peces, es usualmente expresada como un porcentaje del volumen total de todos los contenidos estomacales. Los métodos que se utilizan para determinar un volumen con organismos pequeños, han sido descritos por Chubb (1961), Graham & Jones (1962) y Hellawell & Abel (1971) (en Hyslop, 1980).

Métodos Subjetivos.

El porcentaje de volumen de cada categoría se estima a ojo (Pillay, 1952). A cada categoría alimenticia se le atribuye un punto que va en proporción a la contribución que hace el volumen del estómago (Hyslop, 1980).

La técnica se ha modificado pero no se tiene ningún criterio estable. Robotham (1977) dividió el intestino de los peces en 10 regiones iguales para que las regiones llenas sean expresadas a partir de uno. Los puntos que posean alguna categoría alimenticia, son sumados y expresados como un porcentaje del total de puntos.

F) Trabajo de Gabinete.

Índice de Importancia Relativa (IIR).

Se empleó el Índice de Importancia Relativa (IIR) propuesto por Pinkas *et al* (1971), mediante la fórmula siguiente:

$$IIR = (W + N) \times FO$$

donde: W = % de peso

N = % de número

FO = % de frecuencia de ocurrencia

Ya que esta fórmula incorpora la magnitud, cantidad y ocurrencia de cada presa en una sola medición, nos da como resultado una descripción más acertada de la importancia de cada alimento en la dieta del organismo. Se utilizó la fórmula propuesta por Cortés (1997), para obtener el % IIR y facilitar las comparaciones:

$$\% IIR_i = 100 \frac{IIR_i}{\sum_{i=1}^n IIR_i}$$

Donde n es el número total de alimentos de un nivel taxonómico (Cortés, 1997).

Se construyeron curvas acumulativas de especies-presas para las tres especies de tiburones con el fin de determinar si se colectó un número adecuado de estómagos (el número de nuevas especies fue graficado contra el número de estómagos analizados con el fin de encontrar una relación asintótica que indique que el número de estómagos analizados fue suficiente) (Cailliet *et al.*, 1986). Finalmente la dieta fue ilustrada en gráficas tridimensionales propuestas por Cortés (1997).

La composición de presas aprovechadas por los tiburones *Carcharhinus falciformis*, *Nasolamia velox* y *Sphyrna lewini*, fue analizada utilizando las presas determinadas, eliminando a la presa que fue utilizada como carnada para capturar a los tiburones. La composición de presas se

comparó por medio de pruebas de *chi* cuadrada para determinar las diferencias entre especies, sexos, estadios de desarrollo y estaciones (primavera y verano).

Para saber el efecto de la especie de presa sobre el Índice de Importancia Relativa, se realizó un análisis de varianza, transformando los datos a:

$$x = \arcseno \sqrt{\%IIR}$$

por ser datos que se encontraban en porcentaje (Zar, 1999).

Por último, se utilizó el Índice de Similitud de Sørensen para comparar las comunidades de presas que componen las dietas de los tiburones, esto, con el fin de comprobar que presas y en que porcentaje son compartidas en la dieta de *Carcharhinus falciformis*, *Nasolamia velox* y *Sphyrna lewini*, por medio de la siguiente fórmula:

$$ISS = \frac{(2c)}{a + b}$$

donde: c, es el número de especies que son compartidas,

a, es el número de especies de la comunidad A,

y b, es el número de especies de la comunidad B.

VI. RESULTADOS

En total se analizaron 104 estómagos, de los cuales, 37 pertenecieron a *Carcharhinus falciformis*, 17 a *Nasolamia velox* y 50 a *Sphyrna lewini*.

La prueba de *chi* cuadrada para comparar la composición de presas utilizadas entre las especies de tiburones (*C. falciformis*, *N. velox* y *S. lewini*) en el Golfo de Tehuantepec, registró diferencias significativas entre las dietas que presenta cada una de las especies (Tabla 3), compartiendo en su dieta únicamente al cangrejo *Portunus xantusii affinis*. El Índice de Similitud de Sørensen (ISS), demostró que *C. falciformis* y *N. velox* comparten el 40% de presas que utilizan en su dieta, mientras que, *N. velox* y *S. lewini* comparten a su vez el 37% y por último *C. falciformis* y *S. lewini* comparten el 13% de presas en su dieta.

Tabla 3. Prueba de *chi* cuadrada para comparar la composición de presas utilizadas entre las especies *Carcharhinus falciformis*, *Nasolamia velox* y *Sphyrna lewini* en el Golfo de Tehuantepec, México.

| especie | χ^2 | P |
|--|----------|---------|
| <i>C. falciformis</i> vs. <i>N. velox</i> vs. <i>S. lewini</i> | 1109 | < 0.001 |

* χ^2 = Valor de la *chi* cuadrada.

P = Índice de Significancia (Probabilidad).

El efecto de las especies de tiburón (*C. falciformis*, *N. velox* y *S. lewini*) sobre el Índice de Importancia Relativa (IIR), de las presas en la zona de estudio, confirma que cada una de estas tres especies, determina por diferentes factores (valor nutricional, gasto de energía, etc.), de que tipo de presa se va a alimentar (Tabla 4).

Tabla 4. Efecto de la especie de tiburón sobre el Índice de Importancia Relativa.

| Efecto de Variación | SC | gl | CM | F | P |
|---------------------|-------|----|-------|-------|---------|
| Especies | 61.97 | 3 | 3.645 | 3.508 | < 0.000 |
| Error | 37.41 | 36 | 1.039 | | |

* SC = Suma de Cuadrados.

gl = Grados de Libertad.

CM = Cuadrados Medios.

P = Índice de Significancia (Probabilidad).

A) *Carcharhinus falciformis*.

Ambito alimenticio.

Este organismo fue capturado únicamente en el primer muestreo, el cual se llevó a cabo en julio de 1998. El ámbito alimenticio de *C. falciformis*, está compuesto por el crustáceo *Portunus xantusii affinis*, con un 99.5% de IIR. Se encontraron peces de la familia escombridae (carnada) y al calamar *Gonatus* sp., también se encontraron peces que por su avanzado estado de digestión no pudieron ser identificados (Tabla 5; Fig. 2 y 3).

La curva acumulativa para esta especie, demostró una clara meseta, lo cual confirma que el número de estómagos colectados fue el suficiente para la correcta descripción de la dieta de este organismo durante el mes de julio de 1998 (Fig. 4).

El grupo de los juveniles estuvo compuesto por 31 organismos, de estos 9 fueron machos, cuyo rango de longitudes totales fue de 121-184 cm y 22 fueron hembras, cuyo rango fue de 124-206 cm. El grupo de los adultos estuvo compuesto por 6 organismos, de los cuales 4 fueron machos, con rango de longitudes totales de 190-198 cm y 2 hembras, con rango de 220-225 cm (Las tallas de madurez fueron con referencia a lo citado por Compagno, 1984).

Variación de la dieta entre sexos y estadios de desarrollo.

La prueba de *chi* cuadrada empleada para saber si existen diferencias en la composición de la dieta entre hembras y machos de *C. falciformis*, mostró que no hay diferencias significativas (Tabla 8).

En cuanto a los estadios de desarrollo encontrados para esta especie (juvenil y adulto), la misma prueba confirmó que tampoco existen diferencias en la dieta entre estadios de desarrollo (Tabla 9).

Variación temporal de la dieta.

No se pudo conocer la variación temporal de la dieta de *C. falciformis* en el Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México, ya que sólo se le encontró durante el verano (1998).

Tabla 5. Composición de la Dieta de *Carcharhinus falciformis* en Pto. Madero, Chiapas, expresado en valores porcentuales de los métodos Numérico (%N), Gravimétrico (%W), Frecuencia de Ocurrencia (%FO) y en valor absoluto (IIR) y porcentual del Índice de Importancia Relativa (%IIR).

| ESPECIES | % N | % W | % FO | IIR | % IIR |
|----------------------------------|--------|-------|-------|----------|---------|
| Crustacea | | | | | |
| Portunoidea | | | | | |
| <i>Portunus xantusii affinis</i> | 99.49 | 85.75 | 91.89 | 17022.94 | 99.4687 |
| Molusca | | | | | |
| Cefalopoda | | | | | |
| Gonatidae | | | | | |
| <i>Gonatus</i> sp. | 0.0568 | 1.989 | 2.702 | 5.53 | 0.0323 |
| Teleósteos | | | | | |
| Escombridae (carnada) | 0.056 | 5.72 | 2.702 | 15.61 | 0.0912 |
| Teleósteos no identificados | 0.284 | 6.031 | 10.81 | 68.27 | 0.3989 |
| Material no identificado | 0.056 | 0.499 | 2.702 | 1.503 | 0.0084 |

B) *Nasolamia velox*.

Ambito alimenticio.

Este organismo fue capturado tanto en el primer muestreo llevado a cabo en julio de 1998 (3 organismos) como en el segundo muestreo en abril de 1999 (14 organismos). El ámbito alimenticio de *N. velox*, estuvo constituido principalmente por teleósteos con un valor de %IIR= 80.9 (por su avanzado estado de digestión, no pudieron ser identificados), seguido por los crustáceos *Portunus xantusii affinis* y *Squilla biformis*, finalmente también se encontró a peces de la familia Ophichthyidae que fue la presa menos consumida; con un %IIR= 1.19 (Tabla 6; Fig. 5 y 6).

La curva acumulativa para esta especie, demostró una clara meseta, la cual confirma que el número de estómagos colectados fue el adecuado para la correcta descripción de la dieta de este organismo en el Golfo de Tehuantepec para las temporadas muestreadas (Fig. 7).

Según Compagno (1984) y Castillo *et al.* (1997) se observaron dos estadios de desarrollo: juveniles y adultos. El grupo de los juveniles estuvo compuesto por 8 organismos, de estos 4 fueron machos, cuyo rango de longitudes totales fue de 114-139 cm y 4 hembras, cuyo rango de longitudes totales fue de 105-120 cm. A su vez, el grupo de los adultos, estuvo compuesto por 9

hembras, con rango de longitudes totales de 126-151 (Las tallas de madurez para hembras fueron extraídas de Castillo et al., 1997 y para los machos de Compagno, 1984).

Variación de la dieta entre sexos y estadios de desarrollo.

La prueba de *chi* cuadrada empleada para saber si existen diferencias en la composición de la dieta entre hembras y machos de *N. velox*, registró diferencias significativas. Por un lado, la dieta de las hembras estuvo dominada por el cangrejo *Portunus xantusii affinis*, mientras que los machos, se alimentaron principalmente del decápodo estomatópodo *Squilla biformis* (Tabla 8).

En cuanto a la composición de presas entre estadios de desarrollo, la prueba antes mencionada, demostró que esta especie presenta diferencias en la composición de la dieta de juveniles y adultos, teniendo que para los juveniles la principal presa fue el estomatópodo *Squilla biformis*, conforme el tiburón aumentó su talla, esta especie disminuyó su presencia y aumentó la del cangrejo *Portunus xantusii affinis* y de peces en general, que por su avanzado estado de digestión no pudieron ser identificados (Tabla 9).

Variación temporal de la dieta.

Con respecto a la variación entre las dos estaciones en las cuales *N. velox* fue muestreada, la prueba de *chi* cuadrada registró que no hay diferencias en la composición de la dieta de primavera con respecto a la de verano (Tabla 10).

Tabla 6. Composición de la Dieta de *Nasolamia velox* en Pto. Madero, Chiapas, expresado en valores porcentuales de los métodos Numérico (%N), Gravimétrico (%W), Frecuencia de Ocurrencia (%FO) y en valor absoluto (IIR) y porcentual del Índice de Importancia Relativa (%IIR).

| ESPECIES | % N | % W | % FO | IIR | % IIR |
|----------------------------------|-------|-------|-------|---------|---------|
| Crustacea | | | | | |
| Brachiura | | | | | |
| Portunoidea | | | | | |
| <i>Portunus xantusii affinis</i> | 45.94 | 12.54 | 14.28 | 835.562 | 9.8833 |
| Stomatopoda | | | | | |
| Squilloidea | | | | | |
| <i>Squilla biformis</i> | 18.91 | 28.72 | 14.28 | 680.565 | 8.05 |
| Teleósteos | | | | | |
| Ophichthyidae | 2.702 | 11.39 | 7.142 | 100.723 | 1.1913 |
| Teleósteos no identificados | 32.43 | 47.33 | 85.71 | 6837.36 | 80.8752 |

C) *Sphyrna lewini*.

Ambito alimenticio.

Este organismo se capturó en ambos muestreos. En julio de 1998 se capturaron 19 organismos y en abril de 1999 se capturaron 31 organismos. El ámbito alimenticio de *S. lewini*, estuvo compuesto principalmente por teleósteos, que por su avanzado estado de digestión no pudieron ser identificados, seguidos por peces de la familia escombridae que fueron utilizados como carnada, también se encontraron a los crustáceos estomatópodos, *Squilla biformis* y *Lysiosquilla panamica*, al cangrejo *Portunus xantusii affinis*, al camarón *Trachypenaeus* sp. y a la jaiba *Murcia gaudichaudii*. Entre los moluscos se encontró al calamar *Ancistrocheirus* sp. Finalmente entre los teleósteos que si se pudieron identificar se encontraron miembros de 7 familias (Carangidae, Cynoglossidae, Mullidae, Ophichthyidae, Ophidiidae, Serranidae y Xeracaridae). La presa menos significativa fue el pez *Symphurus elongatus*, con un %IIR= 0.02 (Tabla 7; Fig. 8 y 9).

La curva acumulativa para *S. lewini*, no alcanzó en ninguno de sus puntos una meseta lo suficientemente prolongada para establecer que el número total de muestras colectado fue él suficiente para la correcta descripción de la dieta de este organismo en ambas temporadas (Fig. 10).

Según Compagno (1984), se observaron 3 estadios de desarrollo: neonatos, juveniles y adultos. El grupo de los neonatos, estuvo compuesto por 12 organismos, 4 machos, cuyo rango de longitudes totales fue de 49-58 cm, y 8 hembras, cuyo rango de longitudes totales fue de 53-58 cm. El grupo de los juveniles fue el más numeroso, estuvo compuesto por 25 organismos, de los cuales 9 fueron machos con rango de longitudes totales de 72-128 cm y 16 hembras cuyo rango fue de 99-208 cm. Finalmente, el grupo de los adultos estuvo compuesto por 13 organismos, de los cuales 1 fue macho con longitud total de 171 cm. y 12 fueron hembras con un rango de longitudes totales de 212-237 cm (Las tallas de madurez, fueron extraídas de Compagno, 1984).

Variación de la dieta entre sexos y estadios de desarrollo.

La prueba de *chi* cuadrada empleada para saber si existen diferencias en la composición de la dieta entre hembras y machos de *S. lewini*, mostró que no existen diferencias significativas entre la composición de la dieta de ambos sexos (Tabla 8).

En cuanto a la composición de la dieta entre estadios de desarrollo, la misma prueba, mostró diferencias significativas en los tres estadios encontrados, teniendo que los neonatos se alimentan principalmente del camarón *Trachypenaeus* sp., los juveniles del cangrejo *Portunus xantusii affinis* y los adultos de teleósteos en general (Tabla 9).

Variación temporal de la dieta.

En cuanto a la variación temporal de la dieta de *S. lewini*, la prueba de *chi* cuadrada mostró que no existen diferencias significativas en la composición de la dieta de esta especie entre las estaciones: primavera y verano (Tabla 10).

Tabla 7. Composición de la Dieta de *Sphyrna lewini* en Pto. Madero, Chiapas, expresado en valores porcentuales de los métodos Numérico (%N), Gravimétrico (%W), Frecuencia de Ocurrencia (%FO) y en valor absoluto (IIR) y porcentual del Índice de Importancia Relativa (%IIR).

| ESPECIES | % N | % W | % FO | IIR | % IIR |
|----------------------------------|--------|--------|------|----------|---------|
| Crustacea | | | | | |
| Brachiura | | | | | |
| Portunoidea | | | | | |
| <i>Portunus xantusii affinis</i> | 13.85 | 0.549 | 4 | 52.5 | 0.8717 |
| Stomatopoda | | | | | |
| Squilloidea | | | | | |
| <i>Squilla biformis</i> | 28.31 | 6.647 | 8 | 279.68 | 4.6439 |
| Lysiosquillidae | | | | | |
| <i>Lysiosquilla panamica</i> | 1.204 | 0.1612 | 2 | 2.732 | 0.0453 |
| Decápoda | 0.6024 | 0.0387 | 2 | 1.2822 | 0.0212 |
| Penaeidae | | | | | |
| <i>Trachypenaeus sp.</i> | 2.409 | 0.7286 | 8 | 25.1 | 0.4167 |
| Calappidae | | | | | |
| <i>Murcia gaudichaudii</i> | 0.602 | 0.391 | 2 | 8.689 | 0.1442 |
| Molusca | | | | | |
| Cephalopoda | | | | | |
| Ancistrocheridae | | | | | |
| <i>Ancistrocheirus sp.</i> | 1.204 | 3.496 | 2 | 9.402 | 0.1561 |
| Teleósteos | | | | | |
| Escombridae (carnada) | 7.228 | 38.58 | 20 | 916.314 | 15.2149 |
| Ophidiidae | | | | | |
| <i>Lepophidium sp.</i> | 2.409 | 2.228 | 8 | 37.1 | 0.616 |
| Xeracaridae | 0.602 | 1.506 | 2 | 4.217 | 0.07 |
| Ophichthyidae | 2.409 | 1.569 | 6 | 23.87 | 0.3963 |
| Carangidae | 0.602 | 0.571 | 2 | 2.347 | 0.0389 |
| Serranidae | | | | | |
| <i>Diplectrum sp.</i> | 0.602 | 0.319 | 2 | 1.988 | 0.033 |
| Mullidae | | | | | |
| <i>Mulloidichthys dentatus</i> | 0.602 | 0.204 | 2 | 1.612 | 0.0267 |
| Cynoglossidae | | | | | |
| <i>Symphurus elongatus</i> | 0.602 | 0.183 | 2 | 1.572 | 0.0261 |
| Teleósteos no identificados | 33.73 | 38.87 | 64 | 4647.008 | 77.161 |
| Material no identificado | 0.6024 | 2.9288 | 2 | 7.0624 | 0.1172 |

Tabla 8. Prueba de *chi* cuadrada para comparar la composición de presas utilizadas por *C. falciformis*, *N. velox* y *S. lewini* entre sexos en el Golfo de Tehuantepec, México.

| especie | sexo | χ^2 | P |
|-----------------------|--------------------|----------|---------|
| <i>C. falciformis</i> | hembras vs. machos | 0.67 | ns |
| <i>N. velox</i> | hembras vs. machos | 34.5 | < 0.001 |
| <i>S. lewini</i> | hembras vs. machos | 7.26 | ns |

* χ^2 = Valor de la *chi* cuadrada.

P = Índice de Significancia (Probabilidad).

ns = no significativa.

Tabla 9. Prueba de *chi* cuadrada para comparar la composición de presas utilizadas por *C. falciformis*, *N. velox* y *S. lewini* entre estadios de desarrollo en el Golfo de Tehuantepec, México.

| especie | estadio | χ^2 | P |
|-----------------------|------------------------------------|----------|---------|
| <i>C. falciformis</i> | juveniles vs. adultos | 2.071 | ns |
| <i>N. velox</i> | juveniles vs. adultos | 45.51 | < 0.001 |
| <i>S. lewini</i> | neonatos vs. juveniles vs. adultos | 66.34 | < 0.05 |

* χ^2 = Valor de la *chi* cuadrada.

P = Índice de Significancia (Probabilidad).

ns = no significativa.

Tabla 10. Prueba de *chi* cuadrada para comparar la composición de presas utilizadas por *N. velox* y *S. lewini* entre temporadas (primavera y verano), en el Golfo de Tehuantepec, México.

| especie | temporada | χ^2 | P |
|------------------|----------------------|----------|----|
| <i>N. velox</i> | primavera vs. verano | 3.8 | ns |
| <i>S. lewini</i> | primavera vs. verano | 12.7 | ns |

* χ^2 = Valor de la *chi* cuadrada.

P = Índice de Significancia (Probabilidad).

ns = no significativa.

VII. DISCUSIÓN.

A) Metodología.

* **Artes de Pesca.** En general, los métodos de captura usados por los pescadores, fueron principalmente las redes agalleras, pocos palangres y cimbras. Es muy importante señalar que las redes son el mejor equipo para capturar tiburones con estómagos llenos, ya que estos, no se ven atraídos por la carnada, como sucede con los palangres y las cimbras que por lo general atraen a organismos con estómagos vacíos (Cortés, 1997). En los muestreos de este trabajo, hubo algunos tiburones que presentaron carnada en sus estómagos y también otras presas, que se encontraban en diferente estado de digestión, lo cual concuerda con lo mencionado por Cortés y Gruber (1990) para el tiburón limón, *Negaprion brevirostris*, afirman que este organismo no posee un tiempo de preferencia para alimentarse, por lo tanto, su alimentación es asincrónica.

Randall (1967 en Segura-Zarzosa *et al.*, 1997), hizo un estudio de hábitos alimenticios, en el cual concluye que la utilización de trampas y redes no es el método más efectivo para este tipo de estudios. Sugiere que el método más apropiado es el arpón, ya que el lapso comprendido entre la captura del organismo y la fijación de su contenido estomacal es muy corto, deteniendo de esta manera los procesos digestivos, logrando con esto una mejor identificación del contenido estomacal. Dicha metodología no se pudo emplear en este trabajo ya que no se tenía ni el equipo ni las facilidades para acceder a los lugares de pesca.

* **Métodos.** Cada método muestra las categorías importantes en la dieta, de acuerdo a los atributos que este posea. Cuando se toman muestras pequeñas y la variación en las categorías alimenticias es grande, cada método da diferentes resultados (Hyslop, 1980).

* **Método de Frecuencia de Ocurrencia.**- Las ventajas que este método nos brinda, son las siguientes: requiere de poco tiempo y de un mínimo de aparatos, así mismo, las presas se identifican hasta el taxón más bajo posible, pero posee ciertas desventajas, entre las cuales se encuentra la poca información que nos brinda con respecto a la cantidad de cada alimento que estuvo presente en el contenido estomacal. Por lo tanto, provee de un análisis cualitativo y da una muy vaga idea del espectro alimenticio del organismo (Hyslop, 1980).

No es un índice aditivo, como lo son los otros métodos por lo cual, la suma de todos los valores no da 100% (*C. falciformis* %FO = 110.8, *N. velox* %FO = 121.41 y *S. lewini* %FO = 138), lo cual se debe a que podemos encontrar diversos tipos de presas en un mismo estómago, es decir, si sumamos la frecuencia de ocurrencia de diferentes familias de teleósteos que se encuentran en diferentes estómagos, en la misma especie, el índice por lo general sobrepasa

el 100%, lo cual concuerda con lo ya anteriormente reportado para el tiburón limón *Negaprion brevirostris* (Cortés, 1997).

* **Método Numérico.**- Este método posee como ventajas que es sencillo y el empleo de tiempo es reducido, las presas son identificadas también hasta el taxón más bajo posible. Entre las desventajas de este método podemos apuntar las siguientes, da una separación por importancia, ya que enfatiza la importancia de las presas pequeñas en grandes números, la precisión de este, depende mucho del estado de digestión en el que se encuentren las presas ya que quizá podríamos estar sub o sobre estimando la muestra, por lo que sería conveniente contar únicamente las partes duras que aún se mantienen en el contenido estomacal y que puedan ser totalmente identificadas, por último, la talla de la presa no es considerada. Por esto, este método no es conveniente para organismos que se alimentan de macroalgas y de detritos que no se encuentran como unidades discretas en los estómagos (Arawomo, 1976 en Hyslop, 1980). En cambio, este método es muy efectivo para alimentos que si se encuentran como unidades discretas en el contenido estomacal (Hyslop, 1980).

* **Método Gravimétrico.**- Por lo general, en estudios para conocer el espectro trófico de un organismo, el peso que se emplea es el hidratado, ya que usualmente se tiene un gran número de muestras y es difícil, tardado y se necesita de equipo para transformarlo a peso seco. Sin embargo, el peso hidratado posee cierto grado de error cuando el material se encuentra preservado en formalina, pues se ha visto que se da un incremento en el peso (Parker, 1963). La estimación de peso seco es empleada cuando se requiere saber la entrada de energía (calorías) al organismo. Este último es ampliamente utilizado en peces planctófagos porque da un bajo margen de error (Hyslop, 1980).

* **Método Volumétrico.**- Este método no fue utilizado en el presente trabajo, ya que como podemos observar, es muy similar al método gravimétrico. Posee como ventajas el indicar cambios estacionales en la dieta y provee la identificación de las presas hasta el taxón más bajo posible, también da la medida más representativa de la cantidad de comida que es ingerida y es muy importante ya que es un método que es aplicable a todas las categorías alimenticias. Dependiendo del número de muestra tiende a ser tardado, de la misma manera que el método gravimétrico, presenta el mismo error y la misma limitante en cuanto a no saber cual es la capacidad del estómago. En el caso de que el alimento sea muy pequeño, el agua muchas veces no puede ser extraída y no da un gran desplazamiento, así que esta medida se vuelve subjetiva (Hyslop, 1980).

* **Métodos Subjetivos.**- Como su nombre lo indica, son poco precisos, ya que todas las estimaciones se hacen a "ojo", lo cual cambia con cada observador que analice una determinada muestra, lo que coincide con Kislalioglu y Gibson (1977), que afirman que la cantidad de comida es subestimada. Por esto mismo, este método no fue utilizado.

Índice de Importancia Relativa (IIR).- Generalmente, los estudios que envuelven análisis de dietas, incluyen índices como los ya anteriormente mencionados. Otros no reportan el IIR ni % de frecuencia de ocurrencia, ya que se requiere llegar a niveles taxonómicos muy bajos, lo que complica e impide comparaciones entre dietas y, a su vez, entre diferentes especies (Cortés, 1997). Se usó el Índice de Importancia Relativa, ya que es una medida que combina diferentes valores de una misma presa que son muy representativos, dándonos como resultado una medida de importancia del alimento en la dieta del organismo. Este dato, fue transformado a porcentaje para facilitar la comparación con los otros índices. (Cortés, 1997).

Curvas Acumulativas. En este tipo de estudios, el saber el tamaño de muestra ideal resulta complicado, por esto, es que se emplearon las curvas acumulativas. En este método, el punto en que el número de especies-presa acumuladas de los estómagos se estabiliza (meseta), es el punto en el que ya no cambia el número de nuevas especies para la dieta del organismo, por lo tanto, se asume que en este punto la dieta del individuo ya es representativa y que el tamaño de muestra fue el suficiente para describir de manera adecuada la dieta de este (Hoffman, ____).

Método Gráfico Tridimensional. El uso de este método, nos ayuda a visualizar de manera más sencilla las diferencias entre las presas, haciendo de esta manera una identificación mucho más rápida de las presas más dominantes y de las no dominantes con respecto a toda la muestra (Cortés, 1997).

B) Por especie.

La prueba de *chi* cuadrada, confirma que la composición de presas utilizadas por cada una de las especies de tiburón muestreadas en este trabajo, es diferente, es decir cada tiburón se alimenta de presas distintas, probablemente porque gasta poca energía al cazarla y esta le devuelve un valor nutricional (energía) alto, con el cual sobrevivirá por un espacio de tiempo antes de volver a cazar su alimento. En general cada una de las especies de tiburón, se alimenta de diferentes organismos, únicamente comparten al cangrejo *Portunus xantusii affinis*, lo cual denota una clara repartición de recursos, por lo cual no hay competencia interespecífica. Con respecto al Índice de Similitud de Sørensen, este demostró que entre las comunidades de las tres especies de tiburón se comparten ciertos recursos, pero en general

no compiten de la misma manera por los recursos que comparten, ya que por ejemplo el cangrejo es importante para *C. falciformis*, pero solo lo consumen las hembras adultas de *N. velox* y los juveniles de *S. lewini*, por lo que podemos observar que el recurso se reparte.

a) *Carcharhinus falciformis*: En cuanto a la curva acumulativa de esta especie, se demuestra una clara meseta, lo cual confirma que el número de estómagos colectados fue el adecuado para tener una descripción de la dieta de este organismo durante la estación (verano) en la cual se le encontró en el Golfo de Tehuantepec.

En general, lo encontrado en este estudio, no presenta mucha similitud con lo citado por Compagno (1984), lo que puede deberse a que este autor hizo una compilación de lo que se ha citado en otros trabajos, en donde probablemente el muestreo se hizo en organismos adultos que se encontraban en mar abierto, lo cual no sucede en el Golfo de Tehuantepec, ya que la mayoría de los organismos que frecuentan estas aguas son inmaduros. Compagno (1984), menciona que *C. falciformis* se alimenta generalmente de calamares y de diversos peces que se encuentran en cardúmenes de atún. Castro (1996) reporta que esta especie se alimenta de peces pelágicos y costeros como macarelas, atunes, etc., también de calamares y cangrejos pelágicos, encontrándose asociado con cardúmenes de atunes y arenques, como podemos observar se le describe como una especie generalista. Pero Galván y Nienhuis (1989), encontraron que *C. falciformis* en el Bajo Golfo de California, se alimentaba principalmente del cangrejo *Pleuroncodes planipes*, lo cual coincide parcialmente con lo encontrado en este estudio, en donde el alimento de *C. falciformis*, fue el cangrejo *Portunus xantusii affinis* que es una especie de crustáceo que se distribuye desde Cabo San Lucas, Baja California Sur hasta las Islas Galápagos (Hernández y Villalobos, 1984). Éste presentó un IIR de 99.5% con respecto a las otras presas. También se encontró a un organismo perteneciente a la clase Cephalopoda, el calamar *Gonatus* sp. Esta especie, es muy común desde el Sur de los Estados Unidos, California, hasta las costas de Chile. Es una especie mesopelágica, que se localiza por lo general a los 1000 m de profundidad. Como la mayoría de los calamares, migra a la superficie durante la noche para alimentarse de peces y calamares de menor longitud, por lo cual, se sugiere que el tiburón y el calamar se encontraron ya sea en la columna de agua en la migración para alimentarse o en la superficie cuando ambos se estaban alimentando, lo cual se confirma ya que en el mismo contenido estomacal se encontraron con el calamar a otros peces (Salcedo, A., com. pers.).

La presencia del cangrejo *Portunus xantusii affinis* (especie costera-bentónica) y del calamar *Gonatus* sp. (especie mesopelágica), confirman el hecho ya antes mencionado que *C. falciformis* es una especie de tiburón pelágica con hábitos costeros.

Como podemos observar en los resultados de las pruebas de *chi* cuadrada para esta especie, no se encontró ninguna diferencia significativa en la dieta entre sexos ni entre estadios de

desarrollo, esto posiblemente se deba a que la energía que gasta una hembra y un macho o un juvenil y un adulto, sea igual, o si es diferente. este gasto se suple con un aumento en la cantidad de comida ingerida y no en un cambio en el ámbito alimenticio. Al no existir ninguna diferencia, encontramos que este organismo es de tipo especialista tanto para esta zona como para esta estación ya que presentó un tipo de presa preferido, que en este caso fue el cangrejo *Portunus xantusii affinis*. Quizá este tipo de comportamiento se deba a que en la zona de estudio, la comida es abundante, por lo cual *C. falciformis* selecciona al cangrejo ya que esta presa le maximiza tanto el consumo como el aprovechamiento de energía con poco gasto de esta (Wetherbee, *et al.*, 1990). El ser un organismo de tipo especialista le confiere al tiburón ciertos beneficios, tales como el maximizar la energía, ya que al consumir a una determinada presa, esta le da la energía suficiente que el tiburón necesita, por lo que no tiene que buscar una gran cantidad de alimento hasta cubrir sus requerimientos.

Se sugiere que *C. falciformis*, tanto los juveniles como los adultos, dejan de comer después de consumir alguna presa, y no se vuelven a alimentar hasta que la digestión haya sido parcial o totalmente completada, ya que en la mayoría de sus contenidos estomacales solo se observó una presa. Cuando se encontró más de una presa (máximo 3, en un solo estómago), una de estas se encontraba ya en un avanzado estado de digestión y las otras dos restantes se encontraban en el mismo estado, lo cual concuerda con Jones y Geen (1977), en donde reportaron que *Squalus acanthias* deja de comer hasta que la digestión haya sido completada. Medved *et al.* (1988) también sugieren que los juveniles de *Carcharhinus plumbeus* dejan de comer después de alimentarse, al igual que Cortés y Gruber (1990), para el tiburón limón *Negaprion brevirostris*.

b) *Nasolamia velox*: La curva acumulativa de *N. velox*, presenta una clara meseta, la cual nos indica que el número de estómagos colectados durante ambas estaciones fue el adecuado, describiendo de esta manera su dieta en esta zona.

Acerca de los hábitos alimenticios de esta especie, en la literatura no se encuentra mucho. Compagno (1984) cita que este organismo se alimenta de diversos peces y cangrejos, lo cual concuerda con lo reportado por Castro (1996) y con lo encontrado en este trabajo, en donde la presa principal fue el cangrejo *Portunus xantusii affinis*, que es una especie de crustáceo que se encuentra distribuida desde Cabo San Lucas, Baja California Sur, hasta las islas Galápagos (Hernández y Villalobos, 1984). También encontramos al estomatópodo, *Squilla biformis*. Esta especie, se distribuye desde la Bahía de La Paz en el Golfo de California hasta las costas de Huacho, Perú (Manning, 1974; Sosa-Hernández, *et al.*, 1980). Es un organismo característico de la zona de los 100 m de profundidad, encontrándose desde los 28-518 m (Brusca, 1980), está asociada a muy bajas concentraciones de oxígeno (0.25 – 0.55 ml/l) (Hendrickx y Salgado, 1991) y a temperaturas inferiores a 15° C. Es un componente importante del

zooplancton (Hendrickx y Salgado, 1991). Y finalmente encontramos a los teleósteos de la familia Ophichthyidae, los cuales se encuentran desde la zona intermareal hasta profundidades de 750 m. La mayoría de las especies comprendidas en esta familia son bentónicas y habitan los mares tropicales (Guía FAO, 1995).

La presencia del cangrejo *Portunus xantusii affinis* (especie costera-bentónica), del estomatópodo *Squilla biformis* (especie característica de los 100 m) y de organismos de la familia Ophichthyidae (especie bentónica), sugiere que *N. velox* se alimenta de organismos que se encuentran a distintos niveles de la columna de agua.

En cuanto a las pruebas de *chi* cuadrada para esta especie, encontramos que entre sexos, la dieta es diferente, las hembras se alimentan principalmente del cangrejo *Portunus xantusii affinis*, mientras que los machos se alimentan del estomatópodo *Squilla biformis*, esta diferencia puede deberse a que las hembras se encuentran en el proceso de madurez sexual, por lo que necesitan diferentes requerimientos energéticos, lo que nos da una alimentación diferencial con respecto a la dieta de los machos, lo cual se comprueba ya que el ámbito alimenticio de las hembras es mayor al de los machos.

En cuanto a los cambios ontogénicos en la dieta de esta especie, sugiero que al encontrarse este organismo en estado juvenil presenta hábitos de tipo costero, al aumentar su talla, aumenta la posibilidad de frecuentar diferentes hábitats y tener de esta manera acceso a diferentes presas, específicamente para esta especie, se encontró que frecuenta hábitats costeros, ya que en los organismos adultos, se encontró al cangrejo *Portunus xantusii affinis* que es un organismo que se ubica en la plataforma continental y también a un gran número de peces que no pudieron ser identificados por su avanzado estado de digestión, que confirman tal y como lo dice Lowe *et al.* (1996) que al aumentar el tiburón de talla, tiene acceso a otro tipo de hábitats y con esto a otro tipo de presas, así mismo, los adultos ya presentan todos sus sentidos y órganos totalmente desarrollados, lo cual les permite una mayor efectividad para cazar.

Otro factor que puede estar influenciando esta diferenciación en la dieta es la segregación por sexos y tallas, que en general presentan los tiburones (Springer, 1967), ya que para esta especie, solo se capturaron hembras adultas y ningún macho adulto.

Como podemos darnos cuenta, este organismo es Oligófago, lo cual es importante, ya que posee una conducta de repartición del recurso, reduciendo de esta manera la competencia intraespecífica.

Con respecto a la composición de la dieta de *N. velox* en las dos estaciones en las cuales fue muestreado, no se encontraron diferencias significativas, probablemente porque las presas que son consumidas por este organismo son especies características de la zona de estudio, así mismo, puede ser posible que el Golfo de Tehuantepec, sea un ambiente estable.

Se sugiere que *N. velox*, al igual que *C. falciformis*, deja de alimentarse hasta que la digestión haya sido parcial o totalmente completada, ya que en sus contenidos estomacales, se

observaron en su mayoría teleósteos en un ya muy avanzado estado de digestión, esto aunado a que se encontraron muy pocos estómagos con dos presas. aquí por lo general una más digerida que otra, lo cual según Cortés y Gruber (1990) confirma este hecho, lo cual también concuerda con lo ya anteriormente mencionado por Jones y Geen (1977) para *Squalus acanthias*, Medved *et al.* (1988) para juveniles de *Carcharhinus plumbeus* y de Cortés y Gruber (1990) para *Negaprion brevirostris*

c) *Sphyrna lewini*. La curva acumulativa para esta especie, no presentó en ninguno de sus puntos una meseta lo suficientemente prolongada, por lo que se confirma que el número de estómagos colectado fue limitado para describir la dieta de este organismo en contraste con lo que se observó para las otras dos especies de tiburón analizadas en este trabajo, por lo que se presenta para esta especie una descripción parcial de su dieta, lo cual concuerda por lo descrito por Gelsleichter *et al.* (____) para *Carcharias taurus* y para *Carcharhinus obscurus* en el océano Atlántico.

En cuanto a los hábitos alimenticios de esta especie, Compagno (1984), señala que es un organismo voraz que comúnmente consume carnada y a veces también los anzuelos, lo cual coincide con lo encontrado en este estudio, ya que el 22% de los estómagos colectados presentaron carnada, ya sea como único alimento o junto con otro. Únicamente en un estómago de una hembra adulta se encontró un anzuelo. Castro (1996), de Bruyn (com. pers.) y Galván y Nienhuis (1989), señalan que este tiburón se alimenta de diferentes peces e invertebrados, en especial de cefalópodos, crustáceos (camarón, cangrejos, etc.), lo cual concuerda con lo encontrado en el presente estudio, en donde la principal presa fue el crustáceo estomatópodo *Squilla biformis*, el cual se distribuye desde la Bahía de La Paz en el Golfo de California hasta las costas de Huacho, Perú (Manning, 1974; Sosa-Hernández, *et al.*; 1980). Es un organismo característico de la zona de los 100 m de profundidad, encontrándose desde los 28-518 m (Brusca, 1980), está asociada a muy bajas concentraciones de oxígeno (0.25 – 0.55 ml/l) (Hendrickx y Salgado, 1987) y a temperaturas inferiores a 15° C. También se observó a otro organismo del mismo orden, *Lysiosquilla panamica*, la cual estuvo presente en muy pocos estómagos. Esta, es una especie pantropical que se encuentra representada en el Pacífico oriental mexicano. Se distribuye desde la Libertad, Ecuador, hasta México. Habita fondos de tipo lodoso entre los 3-90 m de profundidad, así como en playas arenosas y a 57 m de profundidad en sedimentos lodosos (Hendrickx y Salgado, 1991). Se asocia con aguas frías y de poca oxigenación (Guía FAO, vol. I, 1995). Se encontraron a dos organismos del orden Decápoda, el camarón *Trachypenaeus* sp., el cual habita a profundidad media (no mayor a 80 m). En general los organismos de este género se localizan en la Plataforma Continental (Hernández y Villalobos, 1984). Coincidiendo nuevamente con Galván y Nienhuis (1989) se encontró a la jaiba *Murcia gaudichaudii*, que en su estudio fue la especie más importante de la

dieta de *S. lewini* en el Bajo Golfo de California. Aunque no fue una presa muy común en los estómagos de esta especie en el Golfo de Tehuantepec, esto concuerda con lo reportado en el presente trabajo, ya que también se encontró la jaiba, que se distribuye desde el Río Klamath, E.U.A., (Haig y Wicksten, 1975), hasta Talcahuano, Chile y las Islas Galápagos, es una especie que por lo general, se localiza a grandes profundidades (Hernández y Villalobos, 1984). Finalmente encontramos al cangrejo *Portunus xantusii affinis*, el cual se distribuye en el Océano Pacífico, desde Cabo San Lucas, Baja California Sur, hasta las Islas Galápagos (Hernández y Villalobos, 1984).

En cuanto a los peces, estos pertenecieron a 7 familias (Carangidae, Cynoglossidae, Mullidae, Ophidiidae, Ophichthyidae, Serranidae y Xeracaridae). Las cuales representan a organismos pelágicos, costeros, demersales, y bentónicos. Habitan aguas dulces, salobres y marinas, en mares templados y tropicales (Guía FAO, 1995).

De acuerdo con Galván y Nienhuis (1989), en general, los tiburones martillo también se alimentan de cefalópodos mesopelágicos, en este trabajo encontramos al calamar *Ancistrocheirus* sp. el cual se distribuye desde Baja California, México, hasta Chile. Es una especie oceánica que puede ser localizada tanto en la plataforma continental como a profundidad, en la noche migra verticalmente y se ubica entre los 50-100 m para alimentarse de peces pequeños y de mediano tamaño y también de crustáceos. Por lo que se sugiere que el calamar fue ingerido por el tiburón en su migración para alimentarse, ya que no fue una presa comúnmente encontrada en los estómagos de esta especie.

La presencia de los estomatópodos *S. biformis* (especie característica de los 100 m) y *L. panamica* (especie bentónica), así como del camarón *Trachypenaeus* sp. (especie de hábitos someros), de la jaiba *Murcia gaudichaudii* (especie pelágica), del cangrejo *Portunus xantusii affinis* (especie costera-bentónica), del calamar *Ancistrocheirus* sp. (especie mesopelágica) y de los diferentes teleósteos (especies pelágicas, demersales, bentónicas y someras), confirman que *S. lewini* es una especie pelágico-costera que frecuenta los diferentes hábitats de la columna de agua, alimentándose de los diferentes organismos que la habitan.

En cuanto a las diferencias en la dieta entre hembras y machos de esta especie, la prueba de *chi* cuadrada, no demostró diferencias significativas, lo cual puede deberse a que la cantidad de energía que gasta una hembra y un macho sea igual, en el caso de que sea diferente, esta puede suplirse con un aumento en la cantidad de comida ingerida y no en un cambio en el ámbito alimenticio de esta especie o también puede deberse a que presentan movimientos de caza o lugares en el ambiente pelágico donde prefieran cazar.

Los cambios ontogénicos en la dieta de los tiburones, han sido ya anteriormente documentados para diferentes especies, tales como el tiburón leopardo (Talent, 1976), el tiburón limón (Cortés y Gruber, 1990), etc. Estos cambios, pueden ser atribuidos a diferentes factores según Lowe *et al.* (1996). Al aumentar de talla, el depredador que en este caso es el tiburón va a alimentarse de presas más grandes, porque requiere de mayor cantidad de energía, la cual ya no se la

provee una presa de tamaño pequeño, pero no necesariamente sucede esto, también puede incrementarse el número de presas pequeñas que este ingiera. por lo tanto no habría un cambio en la dieta, si no una ampliación en esta (Lowe *et al.*, 1996). De la misma manera, al crecer, el tiburón tiene acceso a una mayor cantidad de hábitats (arrecifes, costa, mar abierto), por lo cual tiene acceso a una mayor diversidad de presas y finalmente con el paso del tiempo los órganos y sistemas se encuentran mucho mejor desarrollados, permitiendo así una mayor efectividad al cazar, de esta manera, conforme el tiburón crece, tiende a desarrollar ciertas habilidades para cazar a sus presas, en cambio los pequeños solo serán capaces de cazar presas pequeñas y lentas por su poca habilidad o porque presenten limitantes físicos (Lowe *et al.*, 1996). En la literatura, encontramos que *S. lewini*, es una especie que se encuentra segregado tanto por sexos como por estadios de desarrollo (Kiimley, 1985), teniendo que tanto los machos como las hembras pequeñas, juveniles y adultas, migran en cardúmenes, lo cual no sucede con los machos, ya que por lo general en estos cardúmenes no se encuentran ni juveniles ni adultos. Por lo anteriormente mencionado, sugiero que *S. lewini* cuando es neonato es una especie que no se le encuentra en mar abierto, si no en la costa posiblemente en áreas de crianza como lo sería la zona de estudio, en donde se alimenta de camarón, al aumentar su talla abandona dicha zona y se vuelve una especie de hábitos pelágicos que se alimenta principalmente de teleósteos.

Con respecto a la composición de la dieta de *S. lewini* en las dos estaciones en las cuales fue muestreado, no se encontraron diferencias significativas, posiblemente porque el número de estómagos muestreados no fue el suficiente para cada estación, así mismo, las diferentes presas no fueron encontradas en un gran número, lo que en dado caso mostraría cierta preferencia, la cual por el bajo número de muestra no se encontró. Sugiero que esta continuidad en la dieta, pueda deberse también a que las presas ingeridas por este tiburón son especies características de la zona de estudio.

Considero que esta especie, es un organismo generalista, ya que su espectro trófico es variado sin tener preferencias de ningún tipo. Este tipo de comportamiento le confiere al tiburón ciertas ventajas, tales como una baja en la competencia intraespecífica, ya que no se dedican a un recurso en especial, por lo tanto no compiten entre ellos por este, también, su distribución es amplia, ya que no dependen de alguna presa en especial (Talent, 1976), si la población de su presa se extingue disminuye, el tiburón no corre peligro de extinguirse o de verse disminuido ya que se puede alimentar de otra de las presas que encuentre en su ambiente.

En los contenidos estomacales de los neonatos de esta especie, se encontró solo una presa por estómago, lo cual coincide con lo ya anteriormente mencionado para *C. falciformis* y *N. velox* en donde se sugiere que la alimentación se detiene hasta que la digestión sea total o parcialmente completada. En cuanto a los juveniles, fueron pocos los que presentaron más de una presa en sus contenidos estomacales, en pocos de estos se pudieron identificar a todas las presas, por lo general se identificaron dos de tres, estando las primeras dos en el mismo estado

de digestión y la tercera en un estado ya mas avanzado. Los adultos por lo general presentaron entre uno y tres alimentos diferentes, en estados de digestión distintos, lo cual sugiere que los adultos de esta especie, se alimentan de manera asincrónica sin esperar a que la digestión se complete, tal y como sucede con los juveniles del tiburón limón *Negaprion brevirostris* (Cortés y Gruber, 1990).

VIII. CONCLUSIONES.

- Cada método de los que fueron utilizados y de los que se citaron, demuestra que tan importante es el alimento en la dieta del organismo, dependiendo de los atributos que posean dichos métodos (Hyslop, 1980).
- El tipo de artes de pesca que se emplearon, así como la hora de la captura, son dos factores que influyeron en el grado de digestión en el cual se encontró el alimento, es decir algunos tiburones completaron el proceso de digestión mientras se encontraban atrapados, lo cual influyó directamente en el proceso de identificación del contenido estomacal.
- Los resultados sobre *Carcharhinus falciformis*, sugieren que su alimentación en el Golfo de Tehuantepec, es homogénea, especializándose en el cangrejo *Portunus xantusii affinis* y teniendo que los peces y cefalópodos son presas secundarias, lo cual coincide con lo ya anteriormente reportado por Galván y Nienhuis (1989).
- Las pruebas de *chi cuadrada* para *C. falciformis*, demuestran que no hay ninguna diferencia en la alimentación entre sexos, ni entre los estadios de desarrollo que se presentaron.
- Para *Nasolamia velox*, los resultados sugieren que su alimentación en el Golfo de Tehuantepec es heterogénea, con hábitos alimenticios de tipo oligófago, con una tendencia hacia los teleósteos (lo cual concuerda con Compagno, 1984 y Castro 1996), los cuales en su mayoría no pudieron ser identificados por su avanzado estado de digestión.
- Las pruebas de *chi cuadrada* para *N. velox*, demuestran que hay una diferencia en la dieta entre sexos. Así mismo, esta prueba, confirma que hay cambios ontogénicos en la dieta de este tiburón.
- Para *Sphyrna lewini*, los resultados confirman lo descrito anteriormente por Compagno (1984), Galván y Nienhuis (1989), Castro (1996), en donde se afirma que este tiburón es generalista, presenta una dieta heterogénea, basada principalmente en teleósteos y crustáceos.
- Las pruebas de *chi cuadrada* para *S. lewini*, demuestran que no hay diferencias significativas en la dieta de machos y hembras en las aguas del Golfo de Tehuantepec.
- La misma prueba, mostró cambios ontogénicos en la dieta de *S. lewini* en el Golfo de Tehuantepec, lo cual puede deberse a que conforme pasa el tiempo se van madurando ciertas estructuras y órganos que lo hacen un cazador más eficiente.
- En cuanto a las curvas acumulativas para *C. falciformis* y *N. velox*, demostraron una descripción completa de la dieta de estas especies en el Golfo de Tehuantepec, en las estaciones en las cuales fueron muestreados, respectivamente. En cambio, para *S.*

lewini, se describió una dieta parcial en la zona de estudio y en las temporadas en las cuales fue capturado.

- Todos los organismos presa que se encontraron en este estudio, son organismos típicos del Océano Pacífico.

IX. RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda coleccionar un número igual de muestras de hembras y machos de cada especie.
2. Se recomienda coleccionar un número igual de muestras de cada estadio de desarrollo de cada especie.
3. Se recomienda hacer el estudio a lo largo de todo el año, es decir, en todas las estaciones y obtener un número de muestra igual en cada una de estas.
4. Se recomienda proseguir el estudio de estas tres especies en cuanto a cronología alimenticia, ración diaria, evacuación gástrica y comportamiento alimenticio.
5. Finalmente se recomienda hacer estudios poblacionales para la conservación de las especies de presas que ingieren dichas especies de tiburón en el Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México.

X. LITERATURA CITADA.

- Ainley, D. G., R. P. Henderson, H. R. Huber, R. J. Boekelheide, S. G. Allen and T. L. McElroy. 1985. Dynamics of white shark/pinniped interactions in the Gulf of the Farallones. *Memoirs* 9 : 109-122.
- Anónimo. 1978. Estudio Oceanográfico del Golfo de Tehuantepec. Tomo I. 1ª parte. *Inv. Ocean/Tehua* -01-78. Secretaría de Marina. México. 58 pp.
- Applegate P. S., L. Espinosa-Arrubarrena., L. Menchaca-Lopez, and F. Sotelo-Macias. 1979. Tiburones Mexicanos. *Dir. Gral. de Ciencia y Tecnología del Mar. SEP.* México 146p.
- Begon, M. and M. Mortimer. 1981. *Population Ecology: a unified study of animals and plants.* Blackwell Scientific Publications. Oxford, London. 220 pp.
- Begon, M., J. L. Harper and C. R. Townsend. 1996. *ECOLOGY: Individuals, Populations and Communities.* 3º ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London. 1068 pp.
- Branstetter, S. 1987. Age, growth and reproductive biology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis* and the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the north western Gulf of Mexico. *Environ. Biol. Fishes.* 19 : 161-173.
- Brodeur, R; H. Lorz and W. Percy. 1987. Food habits and Dietary Variability of pelagic nekton off Oregon and Washington, 1979-1984. *NOAA Tech. Rep. NMFS* 57 : 1-29pp.
- Brusca, R. C. 1980. Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California, México. *Proc. Biól. Soc. Wash.* 100 : 529 – 231.
- Burney, J. Le Boeuf, M. Kiedman and R. S. Keyes. 1982. White shark predation on pinnipeds in California Coastal Waters. *Fish. Bull.* 80 : 891 – 895.
- Caillet, G. M., M. S. Love, and A. W. Ebeling. 1986. *Fishes: a field and laboratory manual on their structure, identification and natural history.* Wadsworth Publishing Co., Belmont, California. 194 pp.
- Capape, C. 1977. Study of the feeding behaviour of *Pteromylaeus bovinus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (Pisces: Myliobatidae) off the Tunisian Coast. *J. Cons. CIEM.* 37 : 214-220.
- Castillo, J.L. 1992. Diagnóstico de la Pesquería de Tiburón en México. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca. 76 pp.
- Castillo, J. L., Cid, A., Soriano, S., Sancho, F., Márquez, J., and Ramírez, C. 1997. Descripción, Evaluación y Manejo de la Pesquería artesanal de tiburón de Puerto Madero, Chiapas. DGIEMRP. Programa Tiburón. Instituto Nacional de la Pesca. 63 pp.
- Castro, J. I. 1996. *The Sharks of North American Waters.* Texas A& M University Press. USA. 180 pp.
- Chubb, J. C. 1961. A preliminary investigation of the parasitic fauna of the fish of Llyn Tegid, Merionethshire. Ph. D. Thesis, Liverpool University.

- Clark, E. and K. von Schmidt. 1965. Sharks of the central Gulf Coast of Florida. *Bull. Mar. Sci.*, 15 : 13-83
- Clark, E. and D. Nelson. 1997. Young whale sharks, *Rhincodon typus*, feeding on a copepod bloom near La Paz, Mexico. *Environ. Biol. Fishes.* 50 : 63-73.
- Cohen, E., M. Grosslein, M. Sissenwine, F. Serchuk and R. Bowman. 1981. Stomach contents studies in relation to multispecies fisheries analysis and modeling for the northwest Atlantic. *International Council for the Exploration of the Seas, C.M. 1981/ G:66.* Council Meeting, 1981. Ground Fish Section, no. 66.
- Compagno, L. J. V. 1984. FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Parts 1 and 2. *FAO Fish. Synop.* (125) 4(1 & 2), 655 pp.
- Compagno, J. L. V. 1988. *Alternative life history styles of cartilaginous fishes in time and space.* Kluwer Academic Publishers. p. 32-74.
- Cortés, E., and S. Gruber. 1990. Diet, Feeding habits and Estimates of daily ration of young lemon sharks, *Negaprion brevirostris* (Poey). *Copeia* 1 : 204-218.
- Cortés, E., and S. Gruber. 1992. Gastric evacuation in the young lemon shark, *Negaprion brevirostris*, under field conditions. *Environ. Biol. Fishes.* 35 : 205-212.
- Cortés, E., C. A. Manire and R. Hueter. 1996. Diet, Feeding habits, and diel feeding chronology of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, in southwest Florida. *Bull. Mar. Sci.*, 58 : 353-367.
- Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54 : 726-738.
- Crawley, M. J. 1992. *Natural Enemies: The Population Biology of Predators, Parasites and Diseases.* Blackwell Scientific Publications. Cambridge. 576 pp.
- Di-Giacomo, E. 1994. Food consumption by the cock fish, *Callorhynchus callorhynchus* (Holocephali:Callorhynchidae), from Patagonia (Argentina). *Environ. Biol. Fishes.* 23 : 143-145.
- Dineen, C. F. 1951. A comparative study of the food habits of *Coltus pairdii* and associated species of Salmonidae. *Am. Midl. Nat.*, 46 : 640-645.
- Dunn, D. R. 1954. The feeding habits of some of the fishes and some members of the bottom fauna of Llyn Tegid (Bala Lake), Merionethshire. *J. Anim. Ecol.*, 21 : 224-233.
- Ebert, D. A., P. D. Cowley and L. J. V. Compagno. 1996. A preliminary investigation of the feeding ecology of catsharks (Scyliorhinidae) off the west coast of southern Africa. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 17 : 233-240.
- Eglee, G. F. and A. K. M. Bashirulah. 1984. Relación longitud-peso y hábitos alimenticios de *Rhizoprionodon porosus*, Poey, 1861, (Fam. Carcharhinidae) en el Oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela Univ.* (1 & 2) : 49 – 54.

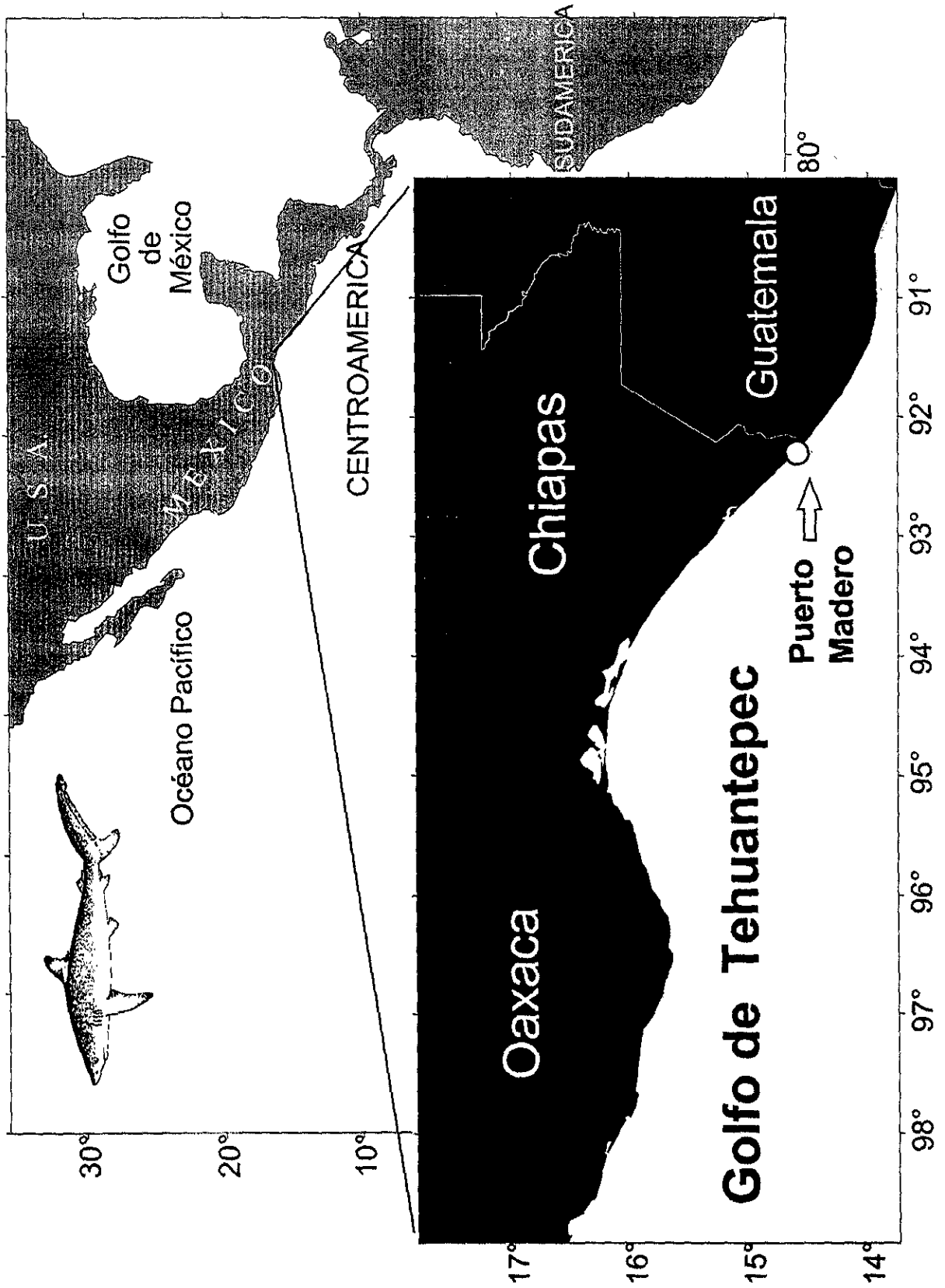
- Ellis, J. R., M. G. Pawson and S. E. Shackley. 1996. The comparative feeding ecology of six species of shark and four species of ray (Elasmobranchii) in the north-east Atlantic. *J. Mar. biol. Ass. U.K.*, 76 : 89-106.
- Gallegos, A. 1994. El Golfo de Tehuantepec, Pp. 73-85. In : Toledo, A.(ed). *Riqueza y Pobreza en la Costa de Chiapas y Oaxaca. Centro de Ecología y Desarrollo.*
- Gallegos, A., F. J. Barberán and A. Fernández. 1988. Condiciones oceanográficas alrededor de Isla Socorro, archipiélago de Revillagigedo, en julio de 1981, *Rev. Geofísica, IPGH.* 28 : 41-58.
- Gallegos, A. and F. J. Barberán. 1997. Surgencia Eólica. Pp. 27-34. In: *El Golfo de Tehuantepec: El Ecosistema y sus Recursos.* Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México.
- Galván, F., and H. Nienhuis. 1989. Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, Mexico. *Calif. Fish and Game.* 75 : 74-84.
- Gelsleichter, J, J. Musick and S. Nichols. _____. Food habits of the smooth dogfish (*Mustelus canis*), dusky shark (*Carcharhinus obscurus*), Atlantic sharpnose shark (*Rhizoprionodon terraenovae*), and the sand tiger shark (*Carcharias taurus*) from the northwest Atlantic Ocean. 1-17.
- Gilbert, P. W., R. F. Mathewson and D. P. Rall. 1967. *Sharks, Skates and Rays.* The Johns Hopkins Press. Baltimore, Maryland.
- Graham, R., and J. W. Jones. 1962. The biology of Llyn Tegid trout. *Proc. Zool. Soc. Lond.* 139 : 657-683.
- Gulland, J. A. 1983. El porqué de la evaluación de las poblaciones pesqueras. FAO, Circ. De Pesca. No. 759. Roma. 20 p.
- Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. 1995. Pacífico Centro-Oriental. Vol I, II y III. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Gruber, S. H. 1977. The visual system of sharks: adaptations and capability. *Amer. Zool.* 17 : 453 – 469.
- Gruber, S. H. and A. A. Myrberg, 1977. Approaches to the study of the behavior of sharks. *Amer. Zool.* 17 : 471 – 486.
- Haig, J. and M. K. Wicksten. 1975. First records and range extensions of crabs in Californian waters. *Bull. South. Calif Acad. Sci.* 74 : 100 – 104.
- Harvey, J. 1989. Food habits, seasonal abundance, size, and sex of the blue shark, *Prionace glauca*, in Monterey Bay, California. *Calif. Fish and Game.*, 75 : 33-44.
- Hellawell, J. M. and R. Abel. 1971. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. *J. Fish. Biol.*, 3 : 29-37.
- Hendrickx, M. E. and J. S. Barragán. 1991. *Los estomatópodos (Crustácea: Hoplocárida) del Pacífico Mexicano.* Publicaciones especiales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. 10: 200 pp.

- Hernández, A. J. L. and Villalobos, H. J. L. 1984. Estudio preliminar de la fauna de crustáceos cecápodos y estomatópodos del Golfo de Tehuantepec. México. Tesis profesional de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Facultad de Ciencias. 148 pp.
- Hobson, E. 1963. Feeding behavior un three species of sharks. *Pacific Science.*, 17 : 171-194.
- Holling, C. S. 1959. The components of predation as revealed by a study of small mammal predation of the European pine sawfly. *Can Entomol.*, 91 : 293 – 320.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *J. Fish. Biol.*, 17 : 411-429.
- Jones, B. C., and G. H. Geen. 1977. Food and feeding of spiny dogfish (*Squalus acanthias*) en British Columbia waters. *J. Fish. Res. Board Can.* 34 : 2067 – 2078.
- Jude, D. J. 1971. Food and feeding habits of gizzard shad in pool 19, Mississippi River. *Trans. Am. Fish. Soc.* 102 : 378-383.
- Kennedy, M. and P. Fitzmaurice. 1972. Some aspects of the biology of gudgeon *Gobus gobio* (L.) in Irish waters. *J. Fish. Biol.* 4 : 425-440.
- Kislalioglu, M. and R. N. Gibson. 1977. The feeding relationship of shallow water fishes in a Scottish sea loch. *J. Fish. Biol.*, 11 : 257-266.
- Kitching, J. A., and F. J. Ebling. 1967. Ecological studies at Lough Ine. *Adv. Ecol. Res.*, 4 : 197 – 291.
- Klimley, A. P. 1985. Schooling in *Sphyrna lewini*, a species with low risk of predation: a non-egalitarian state. *Z. Tierpsychol.* 70 : 297-319.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecología : Estudio de la Distribución y la Abundancia*. 2ª ed. Harla. México. 753 pp.
- Lessa, R. and Z. Almeida. 1997. Analysis of stomach contents of the smalltail shark *Carcharhinus porosus* from northern Brazil. *Cybiuim.*, 21 : 123-133.
- Lindsey, C. C. 1964. Problems in zoogeography of the lake trout, *Salvelinus namaycush*. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 21 : 977 – 994.
- Lowe, G. C., B. M. Wetherbee, G. L. Crow and A. L. Tester. 1996. Ontogenetic dietary shifts and feeding behavior of the tiger shark *Galeocerdo cuvier*, in Hawaiian waters. *Envirom. Biol. Fish.* 47 : 203-211.
- Manning, R. B. 1974. Stomatopods collected by Th. Mortensen in the Eastern Pacific region (Crustacea, Stomatopoda). *Steenstrupia Zool. Mus. Univ. Copenhagen*, 3 : 101 – 109.
- Marín, O. R. 1992. Aspectos biológicos de los tiburones capturados en las Costas de Tamaulipas y Veracruz, México. Tesis Profesional. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver., México. 146 pp.
- Medved, R. and J. Marshall. 1981. Feeding behavior and biology of young sandbar sharks, *Carcharhinus plumbeus* (Pisces: Carcharhinidae), in Chincoteague bay, Virginia. *Fish. Bull.*, 79 : 441-447.

- Medved, R., C. E. Stillwell and J. G. Casey. 1988. The rate of Food consumption of young sandbar sharks (*Carcharhinus plumbeus*) in Chincoteague Bay, Virginia. *Copeia*. 4 : 956-963.
- Mendizabal, D. O., M. R. Velez, and F. J. Valdes. 1990. Distribución estacional e índices alimenticios de las especies forrajeras del tiburón zorro *Alopias vulpinus* y tiburón volador *Carcharhinus limbatus* en el Pacífico Central Mexicano. Periodo 1986-1987 y 1989-1990. Instituto Nacional de la Pesca. CRIP-Manzanillo, Colima. 15 pp.
- Miller, J.D. and N. R. Lea. 1972. Guide to the Coastal Marine Fishes of California. Estate of California. *Fish Bull.*, 157: 249pp.
- Morris, R. F., W. F. Cheshire, C. A. Miller, and D. G. Mott. 1958. The numerical response of avian and mammalian predators during a gradation of the spruce budworm. *Ecology.*, 39 : 487 – 494.
- Murdoch, W. W. 1969. Switching in general predators: experiments on predator specificity and stability of prey populations. *Ecol. Monogr.*, 39 : 335 – 354.
- O'Neill, R. V., D. L. DeAngelis, J. G. Waide and T. F. Allen. 1986. A hierarchical concept of ecosystems. Pp. 253. In: *Monographs in Population Biology* 23. Princeton University Press. Princeton.
- Parker, R. R. 1963. Effects of formalin on length and weight of fishes. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 20 : 144-155.
- Pedersen, S. 1995. Feeding habits of starry ray (*Raja radiata*) in West Greenland waters. *ICES. J. Mar. Sci.*, 52 : 43-53.
- Pillay, T. V. R. 1952. A critique of the methods of study of food of fishes. *J. zool. Soc. India.*, 4 : 185-200.
- Pinkas, L., Oliphant, M. S. and Iverson, I. L. K. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. *Calif Fish Game.*, 152 : 1 – 105.
- Reid, J. L. 1965. Intermediate waters of the Pacific Ocean. *J. Hopkins Oceanogr. Studies.*, 2 : 85p
- Robotham, P. W. J. 1977. Feeding habits and diet in two populations of spined bich, *Cobitis taenia* (L.). *Freshwater Biol.* 7 : 469-477.
- Ronquillo, B. K. 1999. Aspectos Biológicos y Pesqueros del Tiburón Aleta de Cartón *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) de las aguas del Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México. Facultad de Ciencias, UNAM. 90 pp.
- Rountree, R. and D. Able. 1996. Seasonal abundance, growth and foraging habits of juvenile smooth dogfish, *Mustelus canis*, in a New Jersey estuary. *Fish. Bull.*, 94 : 522-534.
- Russo, R. 1975. Observations on the food habits of leopard sharks (*Triakis semifasciata*) and brown smoothhounds (*Mustelus henlei*). *Calif. Fish and Game.*, 61 : 95-103.
- Salini, J., S. Blaber, and D. Brewer. 1992. Diets of Sharks from estuaries and adjacent waters of the North-eastern Gulf of Carpentaria, Australia. *Aust. J. Mar. Freshwater. Res.*, 43 : 87-96.

- Segura, J., C. L. Abitia and M. F. Gaiván. 1997. Observaciones sobre la alimentación del tiburón *Heterodontus francisci* (Girard, 1854) (Chondrichthyes: Heterodontidae), en laguna San Ignacio, Baja California, México. *Ciencias Marinas*, 23 : 111-128.
- Smale, M. and L. J. V. Compagno. 1997. Life history and diet of two southern african smoothhound sharks, *Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758) and *Mustelus palumbes* (Smith, 1957) (Pisces: Triakidae). *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 18 : 229-248.
- Sosa, H., A. Hernández and H. Villalobos. 1980. Estudio prospectivo de los crustáceos (Decápoda y Stomatopoda) del Golfo de Tehuantepec, México. *Inv. Ocean. México*, B-80-10 : 1-50.
- Southwood, T. R. E. 1996. *Ecological Methods with particular reference to the study of insect populations*. 2º ed. Chapman and Hall. United Kingdom. 524 pp.
- Springer, S. 1967. Social organization of shark populations. Pp. 149-174. In: P.W. Gilbert. R. F. Mathewson and D. P. Rall. (Eds) *Sharks, Skates and Rays*, Baltimore, Md., John Hopkins Press.
- Stevens, J. 1973. Stomach contents of the blue shark (*Prionace glauca* L.) off south-west England. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 53 : 357-361.
- Stillwell, C. and N. Kohler. 1993. Food habits of the sandbar shark *Carcharhinus plumbeus* off the U.S. northeast coast, with estimates of daily ration. *Fish. Bull. U.S.*, 91 : 138-150.
- Talent, L. 1976. Food habits of the leopard shark, *Triakis semifasciata*, in Elkhorn slough, Monterey Bay, California. *Calif. Fish and Game.*, 62 : 286-298.
- Thompson, J. N. 1982. *Interaction and Coevolution*. Wiley-Interscience, New York.
- Thomson, D. A. and N. McKibbin. 1978. *Peces del Golfo de California*. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad de Sonora. 73 pp.
- Tuma, R. E. 1976. An Investigation of the Feeding Habits of the Bull Shark, *Carcharhinus leucas*, in the Lake Nicaragua-Rio San Juan System. Pp. 533-538. In: Thorson (ed) *Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes*, School of Life Sciences, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska.
- Wetherbee, B., S. Gruber and E. Cortés. 1990. Diet, Feeding habits, Digestion, and Consumption in sharks, with Special Reference to the Lemon Shark, *Negaprion brevirostris*. Pp. 29-47. In: H. L. Pratt Jr., S. H. Gruber and T. Taniuchi (eds). *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries*. NOAA Tech. Rep. 90.
- Wyrki, K. 1974. Equatorial Currents in the Pacific 1950 to 1970 and their relations to the trade winds. *J. Phys. Oceanogr.*, 4 : 372-380.
- Yang, M. and B. N. Page. 1999. Diet of Pacific sleeper shark, *Somniosus pacificus*, in the Gulf of Alaska. *Fish. Bull.*, 97 : 406 – 409.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice – Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.

Fig. 1. Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México



***Carcharhinus falciformis* (Bibrón, 1839)**
Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México.

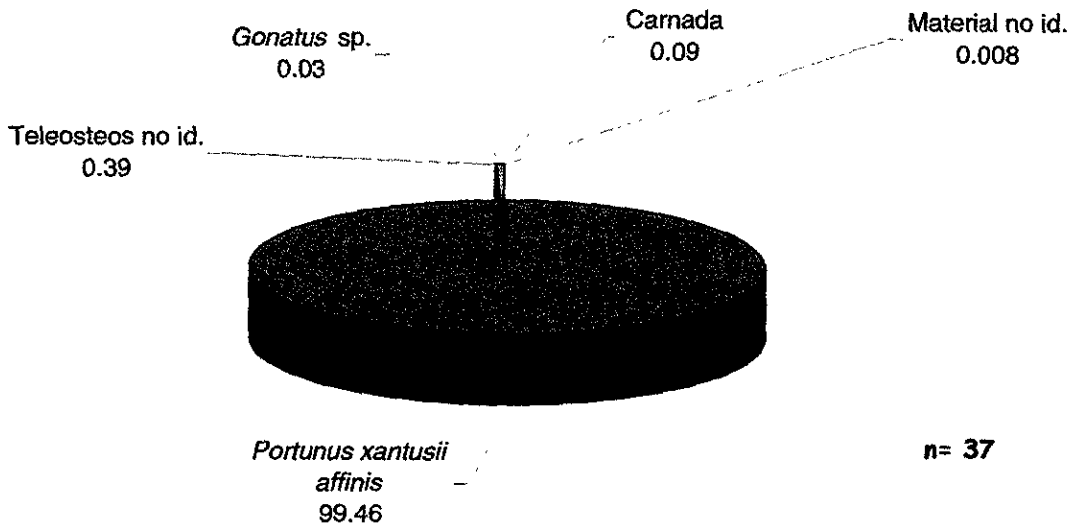


Fig. 2 Principales presas consumidas.

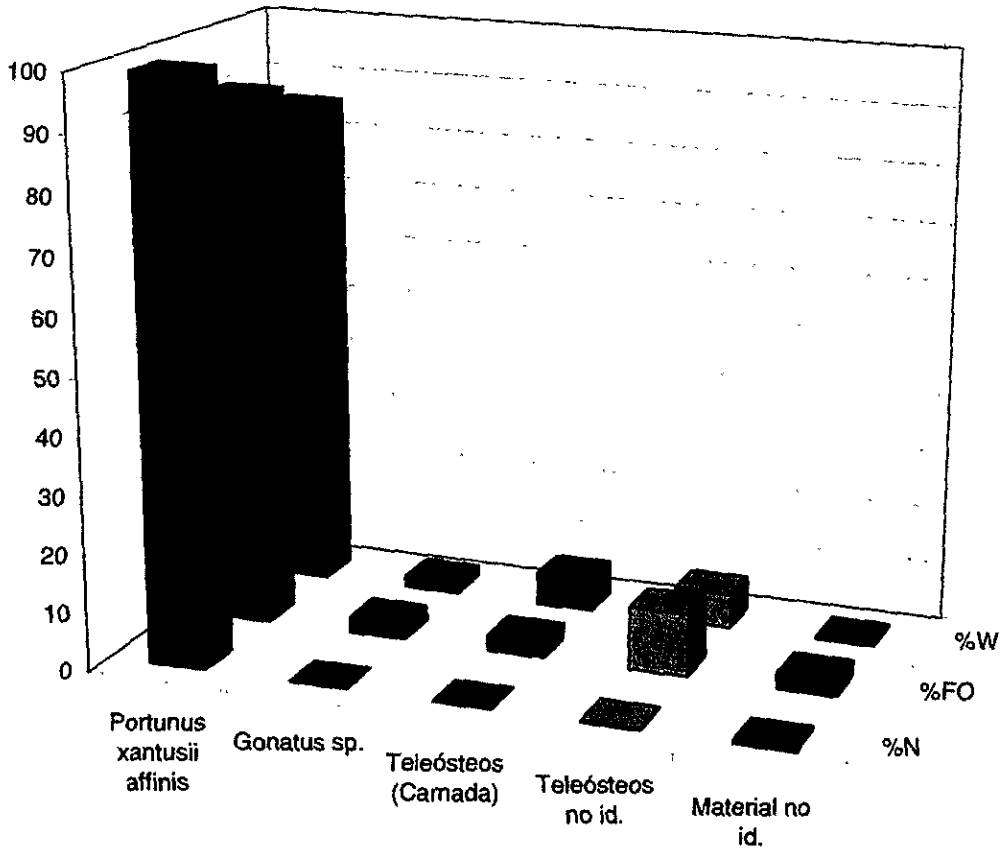


Fig. 3 Principales presas consumidas, expresadas en valores porcentuales de los métodos Numérico (%N) Gravimétrico (%W), y Frecuencia de Ocurrencia (%FO).

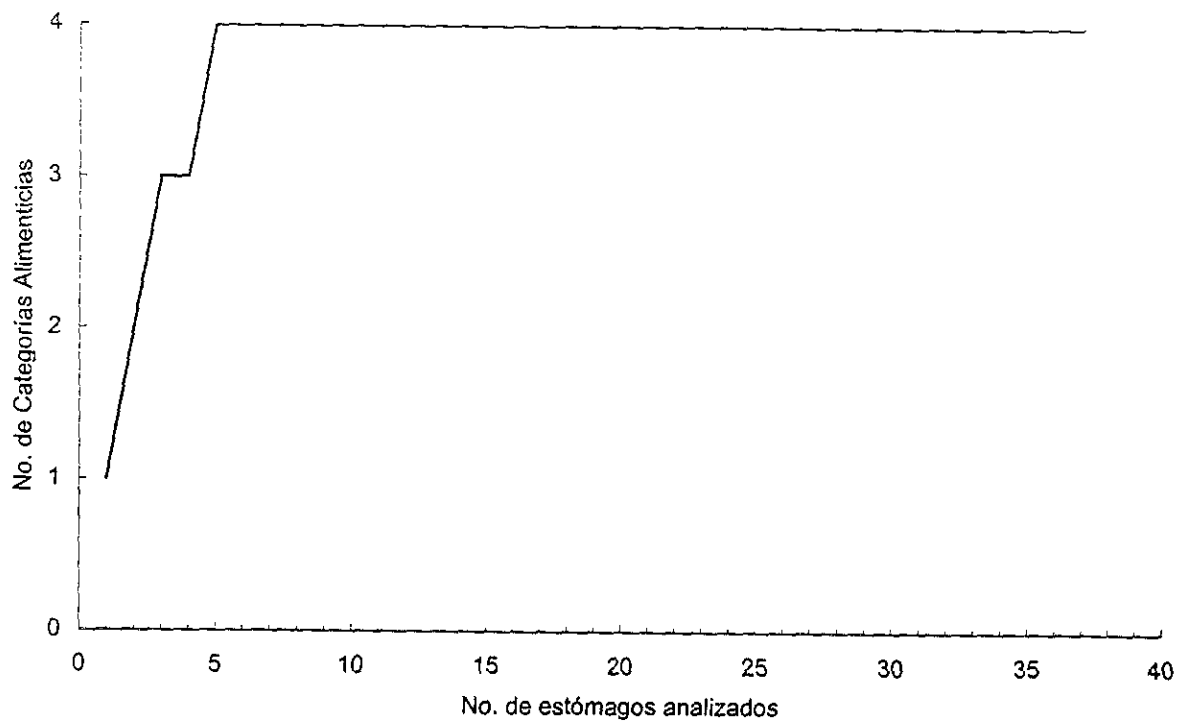


Fig. 4 Curva Acumulativa.

Nasolamia velox (Gilbert, 1898).
 Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México.

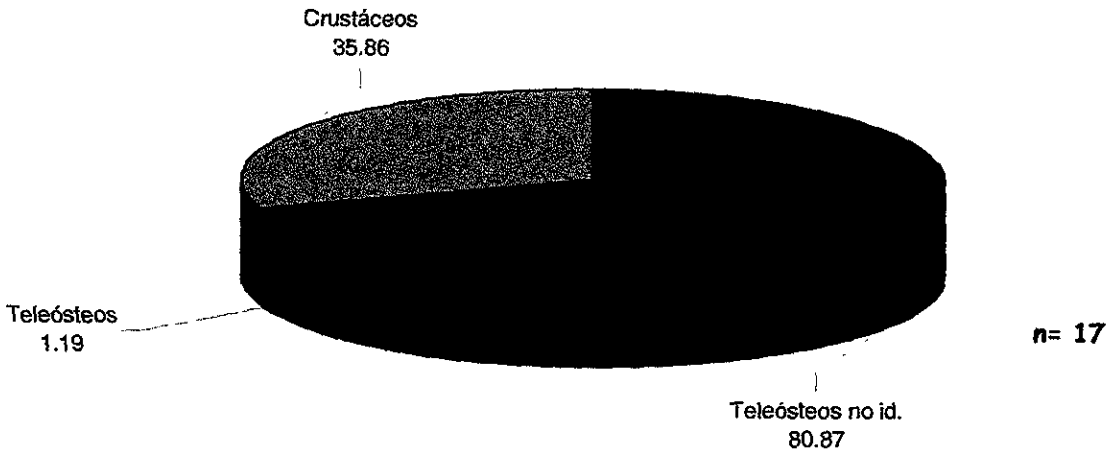


Fig. 5 Principales presas consumidas.

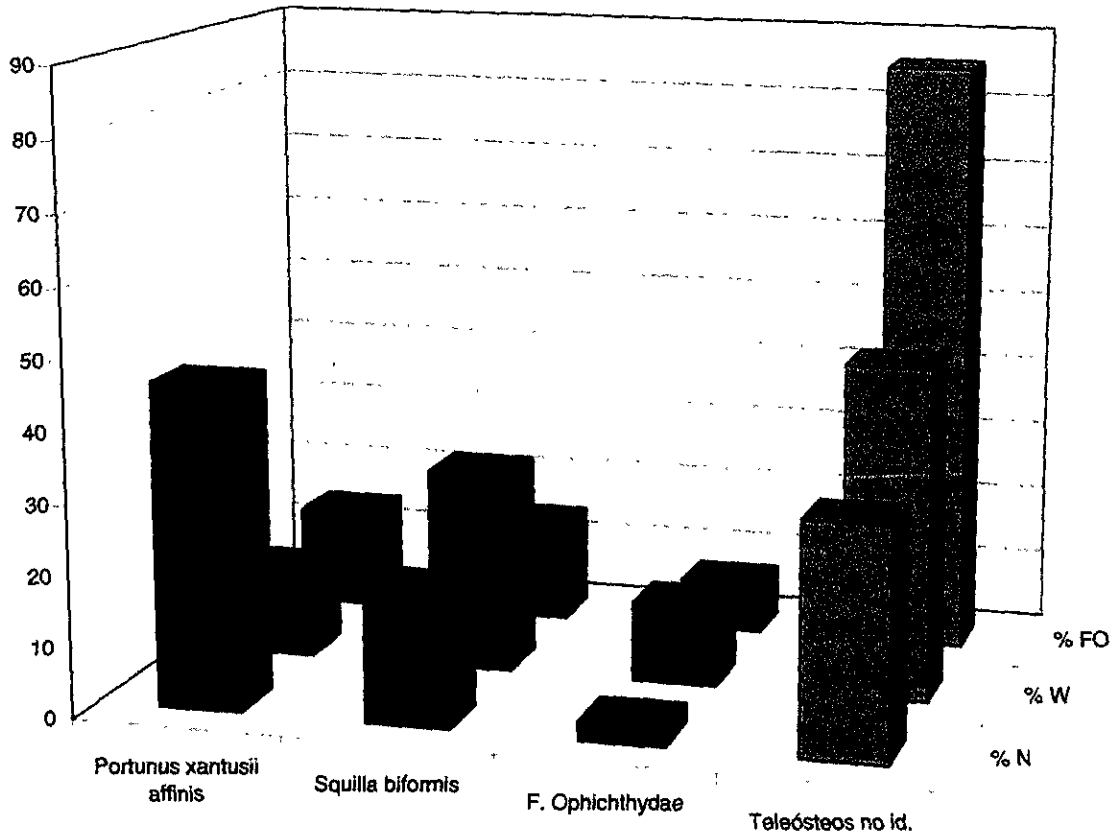


Fig. 6 Principales presas consumidas expresadas en valores porcentuales de los métodos Numérico (%N), Gravimétrico (%W) y Frecuencia de Ocurrencia (%FO).

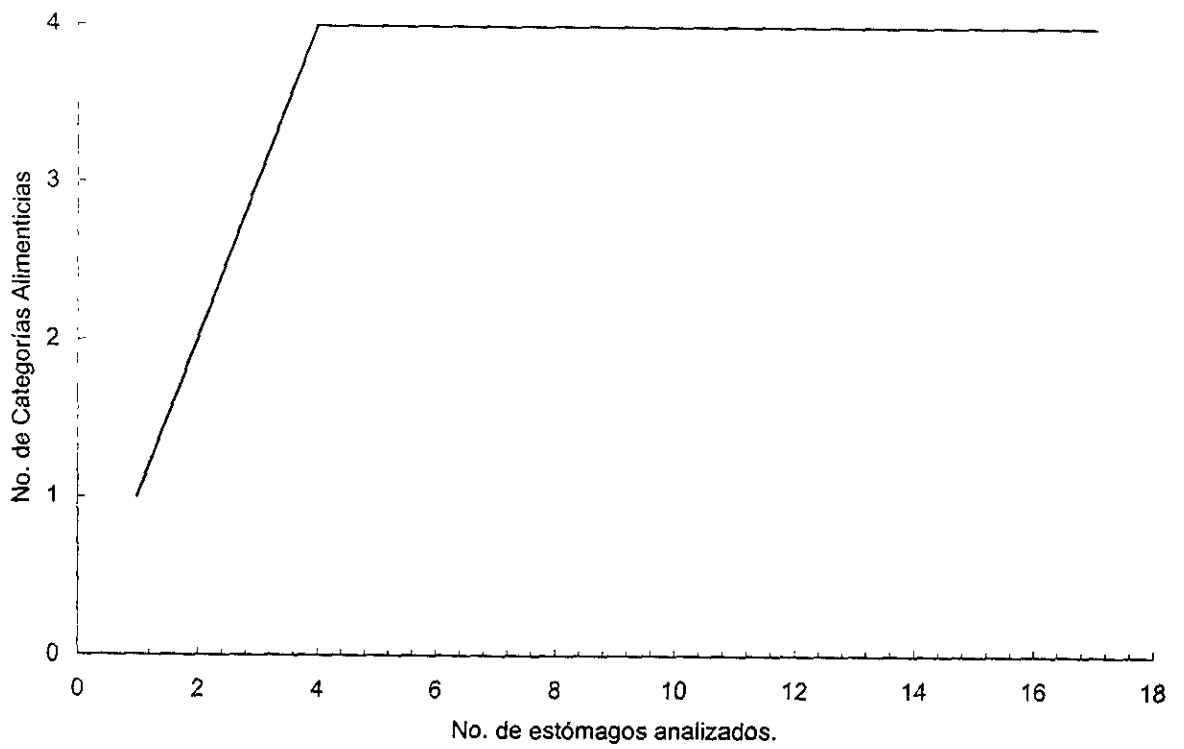


Fig. 7 Curva Acumulativa.

***Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834).
Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México.**

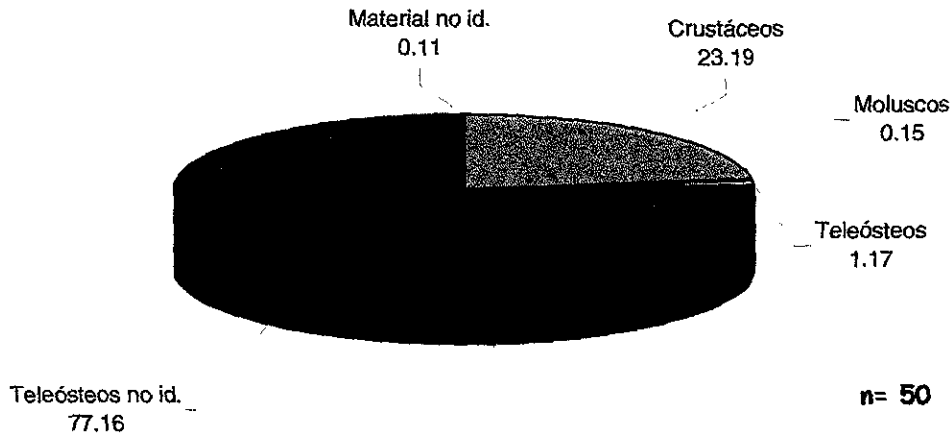


Fig. 8 Principales presas consumidas.

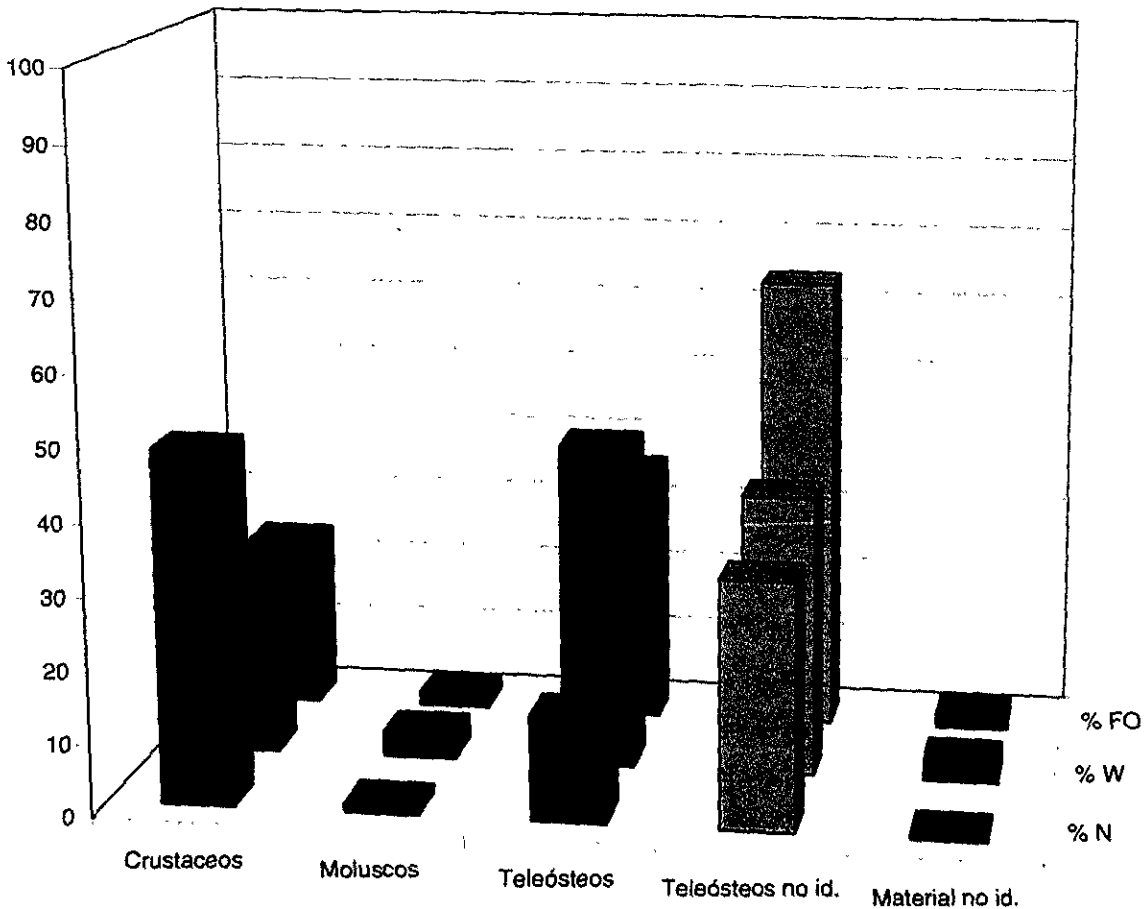


Fig. 9 Principales presas consumidas expresadas en valores porcentuales de los métodos Numérico (%N), Gravimétrico (%W) y Frecuencia de Ocurrencia (%FO).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

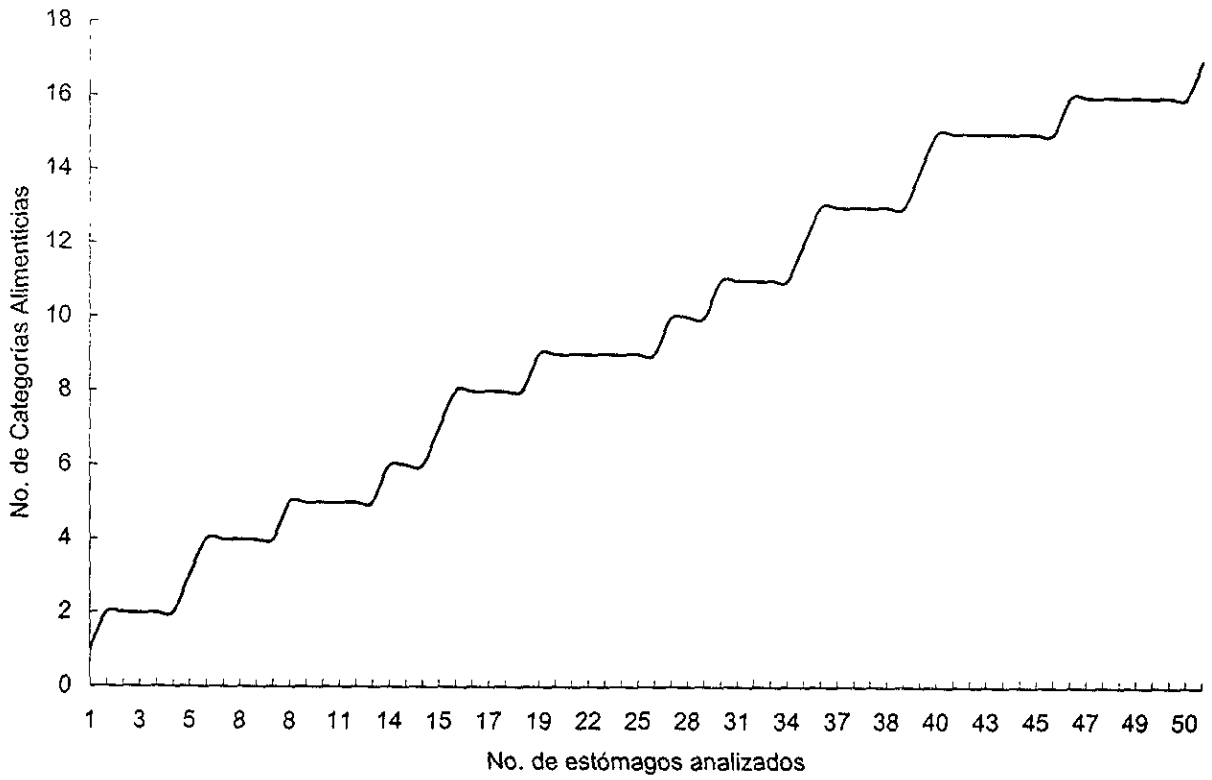
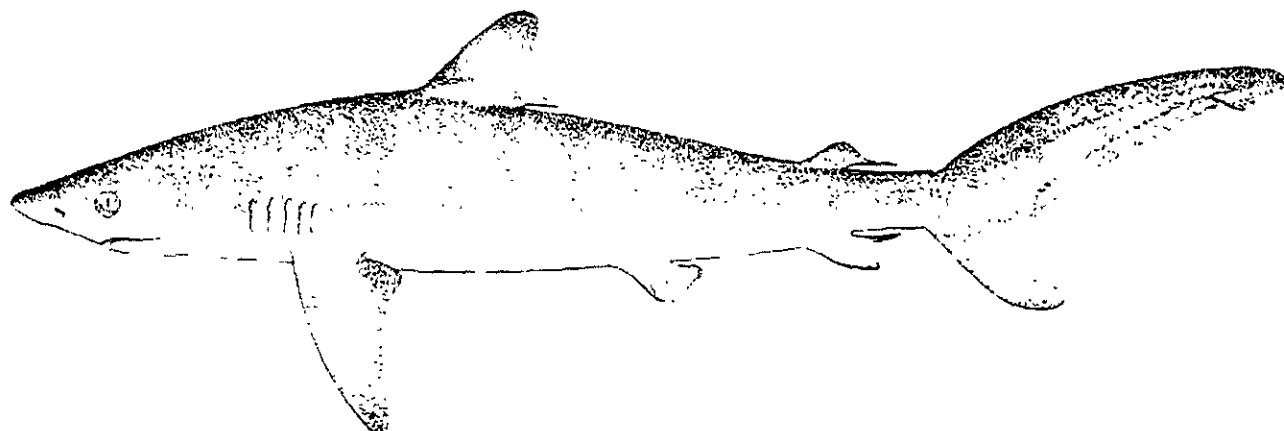


Fig. 10 Curva Acumulativa.

XI. APENDICE.

HISTORIAS DE VIDA.

A) *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1841).



Es un organismo que alcanza tallas entre 200 y 240 cm (Castro, 1996), presenta un color gris oscuro o gris café en la parte superior y blanco en la parte ventral (Compagno, 1984). Se encuentra en aguas cálidas tropicales y subtropicales alrededor del mundo. Es una especie tanto oceánica como costera, es abundante en mar abierto, es epipelágico, se le encuentra tanto en litorales como en mares tropicales, habita el eje de la Plataforma Continental e Insular. Se le puede hallar en aguas de 18 m de profundidad y en el océano se localiza desde la superficie hasta los 500 m de profundidad, a temperaturas de 23 a 24° C (Compagno, 1984). Se distribuye en el Atlántico Oeste, desde Massachusetts hasta el Sur de Brasil incluyendo el Golfo de México y el Mar Caribe, en el Atlántico Este, se encuentra desde Madeira hasta España; Senegal al Norte de Angola. En el Mar Índico, se distribuye en Madagascar, Mozambique, Isla Comoras y Aldabra entre Somalia y las Maldivas, también en el Mar Rojo y Sri Lanka. Por último, en el Pacífico Oeste se le ubica en Tailandia, Filipinas, Nueva Caledonia, Nueva Zelanda y China y en el Pacífico Central y Este en: Carolina, Hawaii, Revillagigedo, Clipperton y del Sur de Baja California hasta Perú (Compagno, 1984). Es un nadador rápido, activo y agresivo. Se alimenta principalmente de peces tanto pelágicos como costeros (macarelas, atunes, etc.), también de calamares, nautilus y cangrejos pelágicos. Se encuentra asociado con cardumenes de atún y arenque. Los machos, maduran sexualmente entre los 187 – 217 cm, alcanzan longitudes de 270 – 330 cm, en cambio, las hembras maduran entre los 213 - 230 cm y llegan a longitudes de hasta 305 cm. Nacen de 2 a 14 crías que miden aproximadamente de 70 a 87 cm (Compagno, 1984). Es una especie que presenta una gran importancia comercial, ya que es comestible (Castro, 1996).

B) *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834).



Esta especie presenta una talla máxima de 370 – 420 cm. Es probablemente la especie de tiburón martillo más abundante que existe (Compagno, 1984). Su color va de verde olivo a café y gris en la parte superior, mientras que ventralmente es blanco. Las puntas de sus aletas pectorales son de color negro a gris y se van obscureciendo conforme el organismo va creciendo (Castro, 1996).

Es una especie con hábitos circumtropicales, pelágicos, semioceánicos y costeros, se encuentra en aguas cálidas y tropicales; en la Plataforma Continental e Insular, en aguas profundas así como en bahías y estuarios. Se le ve en la superficie y se le ha encontrado hasta los 275 m de profundidad. Los juveniles se localizan cerca de la costa (Compagno, 1984).

Se distribuye en el Atlántico Oeste desde Nueva Jersey hasta Brasil, incluyendo el Golfo de México y Mar Caribe, en el Atlántico Este, en el Mediterráneo, desde Senegal hasta Zaire. En el Pacífico Índico Oeste se distribuye en Sudáfrica, en el Mar Rojo, Pakistán, la India, Burma, Tailandia, Indonesia, China, Japón, Filipinas, Australia y Nueva Caledonia. En el Pacífico Central, en Hawaii y Tahiti. Por último, en el Pacífico Este, desde el Sur de California, pasando por las costas del Pacífico Mexicano, Panamá y al Norte de Perú (Compagno, 1984).

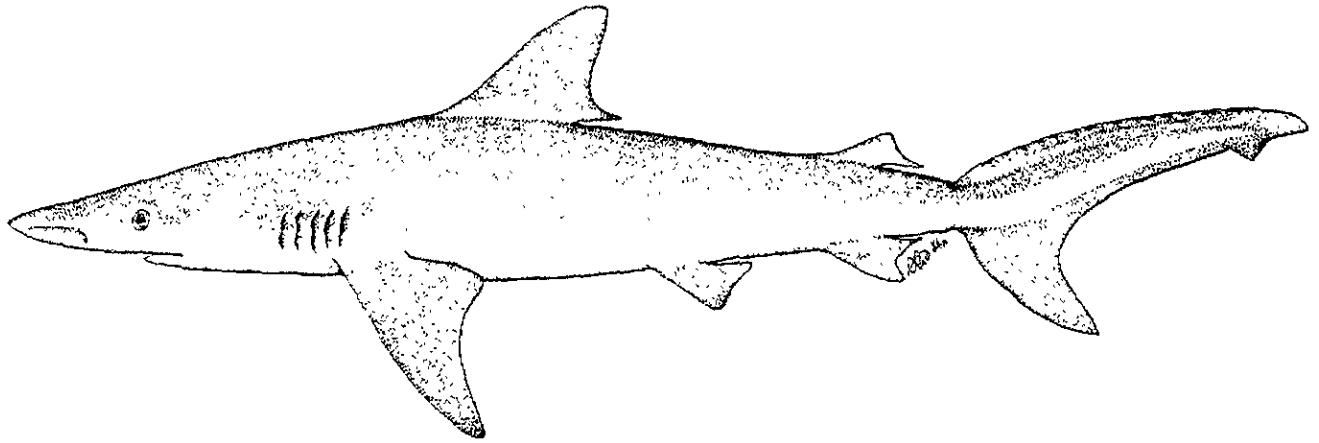
Forma grandes cardumenes en las diferentes etapas de su historia de vida, pero también se les puede encontrar solitarios. Es una especie muy móvil y altamente migratoria. Presentan segregación por sexos y tallas (Compagno, 1984).

Se alimentan de varios tipos de peces como: sardinas, anchovetas, arenque, morenas, barracudas, macarela, mojarra, damiselas, etc., de invertebrados, en especial cefalópodos como el calamar y el

pulpo, isópodos y langostas. También se alimentan de otros tiburones como *Rhizoprionodon* spp. , *Carcharhinus limbatus*. *Squatina* spp. (Compagno, 1984).

Los machos maduran entre los 140 – 165 cm, llegando a longitudes de hasta 295 cm, en cambio las hembras maduran a los 212 cm y llegan a los 309 cm. Nacen de 15 a 31 crías a los 42 – 55 cm. Presenta importancia de tipo comercial ya que es pescado y consumido de manera local (Compagno, 1984).

C) *Nasolamia velox* (Gilbert, 1898).



Esta especie alcanza una talla máxima de 150 cm (Compagno, 1984). Su color va de azul grisáceo a café en la parte superior y blanco en la parte ventral (Castro, 1984). Esta especie es común en aguas costeras a poca profundidad (entre los 15 – 24 m) pero se le ha observado hasta los 192 m. Se distribuye a todo lo largo de las Costas del Pacífico Mexicano, llegando hasta Perú. Se alimenta de cangrejos y de pequeños peces, entre los que se incluyen a las anchovetas. Los machos maduran entre los 92 – 106 cm. Nacen 5 crías, con talla de 53 cm aproximadamente. Presenta una gran importancia ya que se pesca para consumo local (Compagno, 1984).