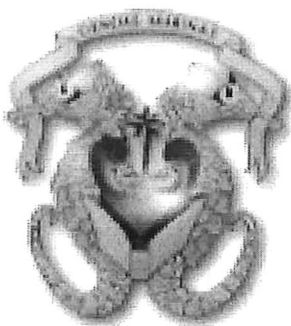


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA



Facultad de Ciencias Marinas



"HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LOS CAZONES Mustelus californicus y Mustelus lunulatus (TRIAKIDAE) EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA."

Tesis Profesional

Que para obtener el grado de:

OCEANÓLOGO

presenta:

Iván Méndez Loeza.

Noviembre, 2004.

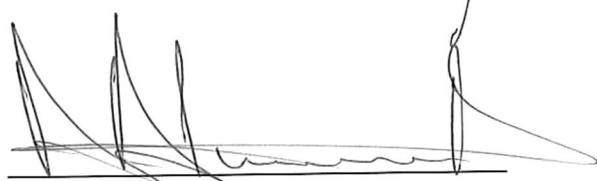
"HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LOS CAZONES Mustelus californicus y Mustelus lunulatus (TRIAKIDAE) EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA"

T E S I S
QUE PRESENTA:
IVÁN MÉNDEZ LOEZA

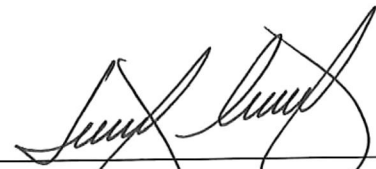
APROBADA POR:



Presidente del Jurado
M.C. Juan Carlos Pérez Jiménez



Sinodal Propietario
M.C. José Antonio Eliseo Almanza Heredia



Sinodal Propietario
M.C. José Leonardo Castillo Géniz

AGRADECIMIENTOS.

Al Dr. Oscar Sosa Nishizaki por brindarme la oportunidad de pertenecer al Laboratorio de Ecología Pesquera de CICESE, por su tiempo, apoyo, confianza y por todas aquellas carcajadas.

A mi director el M.C. Juan Carlos Pérez Jiménez por que de no ser por él no hubiese aprendido tanto acerca de los tiburones. Gracias Juan por tus consejos, regaños, bromas y demás cosas que hicieron más ligeras todas las horas de espera en San Felipe y Puerto Peñasco.

Al M.C. Leonardo Castillo por los grandes consejos y enseñanzas no sólo de tiburones sino en general de todo aquello de lo que alguna vez platicamos. Y por supuesto por esa manera tan agradable de dar ánimos.

Al M.C. Antonio Eliseo Almanza (Cheo) por sus enseñanzas durante sus clases en la Facultad.

A la M. en C. Carmen Rodríguez Medrano, técnica del laboratorio, por su disposición a enseñarme el uso del equipo, su paciencia, pláticas y amistad.

A mis padres Elsa Loeza y Carlos Méndez, y a mi hermano Carlos (Melo), por todo el apoyo, cariño, paciencia y entrega que he recibido de ustedes. En verdad, gracias.

A mi tío Víctor Loeza por su brindarme el apoyo en los momentos que más lo necesitaba.

A Elizabeth Cuevas por todas las sonrisas, abrazos, apapachos y por tus buenos consejos tanto en los malos como en los buenos momentos.

A mis amigos de Xalapa, Rodrigo García, Lázaro García, Angélica Méndez y Luis Enrique Morales que aunque no nos frecuentamos tanto siguen dando el apoyo que se necesita.

A mis amigos de la Facultad de Ciencias Marinas y de CICESE, Alfonso, Cesar, Rubén, Lalo, Cristian, Rogelio, Xavier, Héctor, Fernando, Jenny, Lennin y Jonathan por todos los días de trabajo y por que no los de fiesta.

RESUMEN.

En el presente estudio se analizaron 87 estómagos de *Mustelus californicus* y 93 de *Mustelus lunulatus*, capturados por la pesca artesanal en el Alto Golfo de California, con el fin de describir la composición alimentaria de ambas especies, y evaluar las diferencias intraespecíficas (entre sexos y ontogénicas) e interespecíficas. La composición cuantitativa de la dieta fue analizada empleando los índices de: Frecuencia de Ocurrencia (%FO), Numérico (%N), Gravimétrico (%G), y el porcentual del Índice de Importancia Relativa (%IIR). Para evaluar las diferencias intraespecíficas e interespecíficas en la composición de la dieta se utilizaron tablas de contingencia y se calculó el estadístico G para cinco grupos de presas: Estomatópodos, Cangrejos, Camarones, Moluscos y Peces. Finalmente, se utilizó el índice de Sorensen para comprobar que porcentaje de las presas son compartidas por ambas especies de cazón. La composición alimentaria de *M. californicus* se basó principalmente en Crustáceos, siendo las presas principales el estomatópodo *Squilla bigelowi* (15.45 %IIR), y el cangrejo, *Callinectes bellicosus* (7.19 %IIR). Por su parte, *M. lunulatus* también consumió principalmente Crustáceos, con una dominancia del estomatópodo *S. bigelowi* (50.42 %IIR). Asimismo, en *M. californicus* se encontraron diferencias significativas en la dieta entre sexos para el grupo Camarones, y ontogénicas para el grupo Cangrejos. En cambio, para *M. lunulatus* no se encontraron diferencias significativas en la dieta entre machos y hembras, sin embargo, si se observaron diferencias ontogénicas para el grupo Camarones y Moluscos. Al comparar las dietas de los cazones se encontró que su composición alimentaria fue significativamente diferente para todos los grupos de presas. Las diferencias en el consumo de presas entre sexos y ontogénicas podrían ser atribuidas principalmente a la segregación sexual y por tallas. De la misma manera, la talla, la estructura de la boca y dentición, así como su distribución geográfica en relación a sus presas potenciales y otras especies depredadores son factores que podrían explicar las diferencias en la dieta entre las especies de cazón. El hábitat bentónico y la forma de los dientes de las dos especies de *Mustelus* aparentemente favorecen a que su dieta sea dominada por Crustáceos bentónicos.

ÍNDICE.

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	6
3. HIPÓTESIS.....	8
4. OBJETIVOS.....	8
5. ÁREA DE ESTUDIO.....	9
6. MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
6.1. Trabajo de Campo.....	12
6.2. Trabajo de Laboratorio.....	14
6.3. Análisis de Datos.....	14
6.3.1. Generalidades.....	14
6.3.2. Índice de importancia relativa.....	16
6.3.3. Diferencias entre sexos y ontogénicas.....	18
6.3.4. Diferencias entre especies.....	19
6.3.5. Observación de la dentición.....	20
6.3.6. Diferencias en las capturas.....	20
7. RESULTADOS.....	21
7.1. Generalidades.....	21
7.1.1. Estructura de tallas.....	21
7.1.2. Índice de llenado.....	23
7.1.3. Curvas acumulativas.....	24
7.1.4. Peso del contenido estomacal vs. Peso corporal.....	26
7.2. Dieta de <i>Mustelus californicus</i>	28
7.2.1. Diferencias entre sexos y entre tallas.....	32
7.3. Dieta de <i>Mustelus lunulatus</i>	34
7.3.1. Diferencias entre sexos y entre tallas.....	37
7.4. Diferencias entre especies.....	39
7.5. Observación de la dentición.....	39
7.6. Diferencias en las capturas.....	40
8. DISCUSIONES.....	41
8.1. Generalidades.....	41
8.1.1. Estructura de tallas.....	41
8.1.2. Índice de llenado.....	41
8.1.3. Curvas acumulativas.....	42
8.1.4. Peso del contenido estomacal vs. Peso corporal.....	43
8.2. Dieta de <i>Mustelus californicus</i>	43
8.2.1. Diferencias entre sexos y ontogénicas.....	45

8.3. Dieta de <i>Mustelus lunulatus</i>	47
8.3.1. Diferencias entre sexos y entre tallas.....	48
8.4. Diferencias entre especies.....	49
8.5. Observaciones de la dentición.....	51
9. CONCLUSIONES.....	53
10. REFERENCIAS.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Tiburones mamones o cazones, <i>Mustelus californicus</i> (Gill, 1864) y <i>Mustelus lunulatus</i> (Jordan y Gilbert, 1883).....	3
Figura 2. Localización del área de estudio y estación de muestreo (San Felipe, B.C. México. Modificado de Álvarez-Borrego y Galindo-Bect (1974).....	10
Figura 3. Localización de estómago cardíaco en los cazones <i>M.californicus</i> y <i>M. lunulatus</i>	13
Figura 4. Frecuencias de longitud total para hembras y machos de <i>M. californicus</i> (a) y <i>M. lunulatus</i> (b).....	21
Figura 5. Frecuencias del índice de llenado (ILL) para <i>M. californicus</i> y <i>M. lunulatus</i>	23
Figura 6. Curvas acumulativas de presas para <i>M.californicus</i> (a) y <i>M. lunulatus</i> (b) (media $\pm$ ES).....	24
Figura 7. Frecuencia del número de presas por estómago para las especies de cazones <i>M. californicus</i> y <i>M. lunulatus</i>	25
Figura 8. Porcentaje en peso del contenido estomacal con respecto al peso corporal (%PC) por clase de talla para <i>M.californicus</i> (media $\pm$ ES)..	26
Figura 9. Porcentaje en peso del contenido estomacal con respecto al peso corporal (%PC) por clase de talla para <i>M. lunulatus</i> (media $\pm$ ES)...	27
Figura 10. Representación gráfica de los índices de %FO, %N, %G para los grupos Crustáceos (C), Moluscos (M) y Peces (P) para <i>M. californicus</i>	31
Figura 11. Porcentaje numérico (%N) de los grupos de presas para machos y hembras del cazón <i>M. californicus</i>	32
Figura 12. Porcentaje numérico (%N) por categorías de presas para cada clase de talla de <i>M. californicus</i> . E, Estomatópodos; Can, Cangrejos; Cam, Camarones; M, Moluscos; P, Peces.....	33
Figura 13. Representación gráfica de los índices de %FO, %N, %G para los grupos Crustáceos (C), Moluscos (M) y Peces (P) para <i>M. lunulatus</i>	36

Figura 14. Porcentaje numérico (%N) de los grupos de presas para machos y hembras del cazón <i>M. lunulatus</i>	37
Figura 15. Porcentaje numérico (%N) por categorías de presas para cada clase de talla de <i>M. lunulatus</i> . E, Estomatópodos; Can, Cangrejos; Cam, Camarones; M, Moluscos; P, Peces.....	38
Figura 16. Porcentaje numérico (%N) de los grupos de presas de los cazones <i>M. californicus</i> y <i>M. lunulatus</i>	39
Figura 17. Dentición de <i>Mustelus californicus</i> (a) y <i>Mustelus lunulatus</i> (b).....	40

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Composición de la dieta de <i>Mustelus californicus</i> en el Alto Golfo de California, expresado en valores porcentuales de los índices de Frecuencia de Ocurrencia (%FO), Numérico (%N), Gravimétrico (%G) y en valor absoluto (IIR) y porcentual del índice de importancia relativa (%IIR).....	29
Tabla 2. Composición de la dieta de <i>Mustelus lunulatus</i> en el Alto Golfo de California, expresado en valores porcentuales de los índices de Frecuencia de Ocurrencia (%FO), Numérico (%N), Gravimétrico (%G) y en valor absoluto (IIR) y porcentual del índice de importancia relativa (%IIR).....	35

1. INTRODUCCIÓN.

Actualmente existe un gran interés en el conocimiento acerca de la relación entre los organismos y su ambiente (ecología de comunidades). La sobrevivencia, el crecimiento y la reproducción de un pez depende del ingreso de energía y nutrientes generados a partir de sus patrones de alimentación, y una herramienta que puede contribuir a interpretar la interacción que existe entre los depredadores y sus presas son los estudios de hábitos alimentarios (Cailliet *et al.*, 1986).

Los condricios, que incluyen a los tiburones, rayas y quimeras, son peces que habitan en la mayoría de los ecosistemas marinos y por lo general son grupos dominantes en sus nichos, ya que responden hábilmente a oportunidades predatorias sobre vertebrados e incluso sobre algunos miembros de su clase (Compagno, 1989). Su sistema sensorial bien integrado, sistema de nado eficiente (Thomson & Simanek, 1977), sistema reproductor avanzado y sus diversos mecanismos de alimentación (Moss, 1977) los hacen altamente competitivos con organismos como los tetrápodos marinos y peces óseos (Compagno, 1989).

Los tiburones son un grupo importante en los ecosistemas marinos ya que no sólo son depredadores tope, sino también los encargados del intercambio de energía a lo largo de los niveles tróficos. De esta manera sus historias de vida son de gran importancia por influenciar la ecología de una región y sus hábitos alimentarios determinan el lugar que ocupan en el intercambio de energía entre los niveles tróficos superiores del ambiente marino (Wetherbee *et al.*, 1990).

En particular, el género *Mustelus* comprende alrededor de 25 especies de pequeños tiburones bentónicos que habitan en aguas tropicales y templadas sobre las plataformas continentales de todos los océanos. En algunos países son una fuente de alimento importante y en áreas donde son abundantes también son importantes como depredadores de recursos marinos de mayor valor comercial tales como cangrejos y langostas (Heemstra, 1997).

Mustelus californicus y *Mustelus lunulatus* (llamados cazones ó tiburones mamones) se distribuyen en mares templado-cálidos y tropicales; el primero desde el norte de California (E.U.) hasta las costas de Colima (México) y el segundo desde el norte de California hasta el sur de Perú, (incluyendo el Golfo de California) (Compagno, 1984). (Figura 1).

Ambos cazones tienen características externas muy similares. *M. californicus* y *M. lunulatus* presentan un cuerpo esbelto con cabeza corta, ojos pequeños y ovalados, espiráculo visible detrás del ojo, dientes pequeños y asimétricos y una coloración dorsal gris con vientre claro (Compagno, 1984); No obstante se ha observado que la coloración puede cambiar entre miembros de la misma especie. Estas y otras características han ocasionado que la identificación de estos cazones sea difícil, sin embargo, existen características morfométricas útiles para diferenciarlos, tales como la forma y dimensión de los surcos labiales. *M. californicus* posee surcos labiales superiores e inferiores del mismo tamaño; en contraste, *M. lunulatus* tiene los surcos labiales superiores más cortos que los inferiores. Otra diferencia que presentan estos cazones es la talla de madurez, por ejemplo, las hembras de *M. californicus* maduran

entre 78 y 80 cm de longitud total y los machos entre 72 y 74 cm; en cambio, las hembras de *M. lunulatus* maduran entre 94 y 99 cm y los machos entre 89 y 94 cm. Ambos cazones presentan un modo de reproducción vivípara (vivíparos placentados) y un ciclo reproductivo anual (Pérez-Jiménez *et al.*, en revisión). Según Compagno (1984) su alimentación se basa en pequeños invertebrados bentónicos, aun que, ocasionalmente consumen cefalópodos y peces (Compagno, 1984).

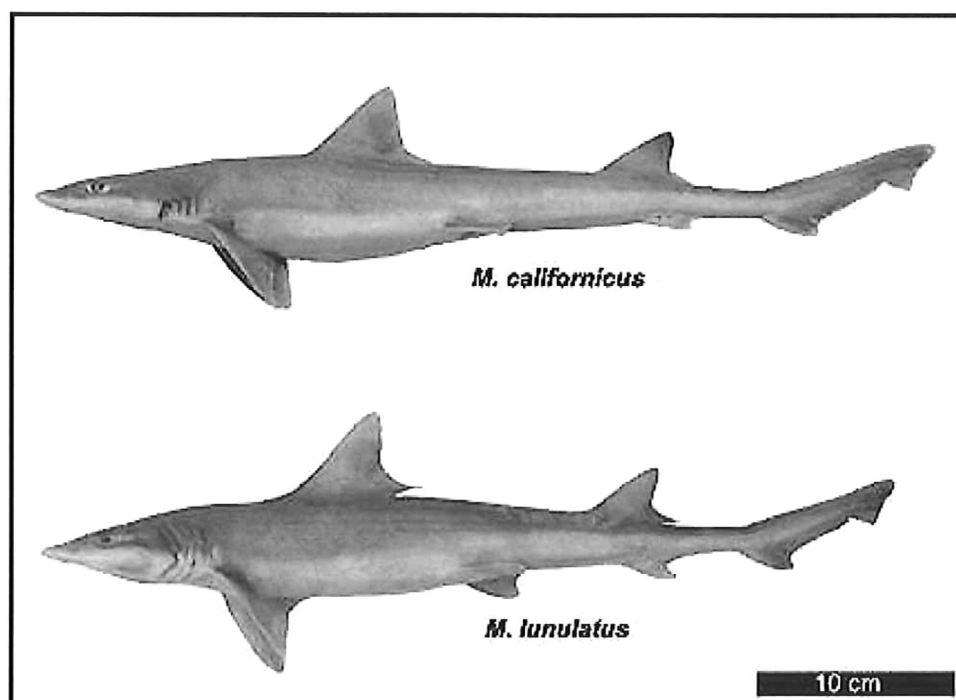


Figura 1. Tiburones mamones o cazones, *Mustelus californicus* (Gill, 1864) y *Mustelus lunulatus* (Jordan y Gilbert, 1883).

M. californicus y *M. lunulatus* son capturados mediante pesquerías locales usando palangres, redes agalleras y redes de arrastre. Estas dos especies, junto con otras nueve del mismo género, son de las más importantes en las capturas de tiburones en el mundo (Compagno, 1990). Asimismo, los tiburones del género *Mustelus* son de las especies más frecuentes en las capturas en el Alto Golfo de

California, y aun que algunos aspectos básicos de sus historias de vida son conocidos, aun se desconocen sus hábitos alimentarios.

Talent (1976) señala que el conocimiento de los hábitos alimentarios es vital para lograr una estimación de los requerimientos ecológicos de una especie, así como para entender la dinámica de las redes tróficas del ecosistema marino (Cortés y Gruber, 1990). Además, la información recopilada de la dieta y hábitos alimentarios proporciona una aproximación al conocimiento de la biología y distribución de las especies (Stillwell y Kohler, 1982).

En años recientes, el modelo "Ecopath con Ecosim" ha sido ampliamente utilizado como una herramienta para el análisis de ecosistemas acuáticos explotados (Christensen y Walters, 2003). Dicho modelo, se basa en el balance de masas definido por las interacciones tróficas usando datos de mortalidad, abundancia y composición alimentaria (hábitos alimentarios) para cada grupo de especies incluidas en el modelo (Stevens *et al.*, 2000). Considerando que los tiburones son uno de los grupos de depredadores más abundantes en el mar (Gruber, 1977; Gruber y Myberg, 1977), el modelo ECOPATH (Polovina, 1984; Christensen y Pauly, 1993) se ha utilizado para describir su papel en el ecosistema marino (Stevens *et al.*, 2000; Heithaus, 2004). Sin embargo, para poder utilizar este modelo es necesario realizar estudios básicos acerca de sus hábitos alimentarios, mortalidad y abundancia.

El presente trabajo tiene como objetivo describir los hábitos alimentarios de los cazones *M. californicus* y *M. lunulatus* que habitan en el Alto Golfo de California, así

como evaluar con base en su dieta, si existen diferencias intraespecíficas (entre sexos y estadios de desarrollo) e interespecíficas. También pretende servir de base al modelo ECOPATH que requiere entre otros datos de la información generada en este estudio.

2. ANTECEDENTES.

Wetherbee *et al.* (1990) quienes realizaron una revisión de trabajos sobre hábitos alimentarios de tiburones, señalaron que los estudios ecológicos de consumo y alimentación son pocos, y que el conocimiento de su papel en el ecosistema marino es muy limitado. Añaden que hay una numerosa lista de componentes alimentarios encontrados en estómagos de tiburones, que existen muy pocos reportes cuantitativos acerca de sus diferentes presas y aun menos son los que estiman la cantidad de alimento que es consumido de manera diaria o anual. Además estos reportes son breves descripciones del comportamiento alimentario o de patrones de selectividad de presas por parte de los depredadores. Además, mencionan que los reportes cuantitativos de contenido estomacal sugieren que la dieta de la mayoría de los tiburones es dominada por peces óseos, pero que las presas no pertenecientes a este grupo son consumidas en cantidad considerable por algunas otras especies de tiburones.

En particular, las especies del género *Mustelus* se alimentan principalmente de crustáceos, aunque los peces óseos, moluscos y poliquetos en ocasiones son parte importante de su dieta (Russo, 1975; Ellis *et al.*, 1996; Gelsleichter *et al.*, 1999; Yamaguchi y Taniuchi, 2000).

En la ciénega Elkhorn, California, Talent (1982) destaca que las presas más consumidas por el cazón, *Mustelus californicus*, fueron crustáceos que se encuentran en la superficie de las planicies lodosas. Galván-Magaña *et al.* (1989) en un estudio realizado en la región sur del Golfo de California, observaron que el cazón *Mustelus*

Iunulatus se alimenta casi exclusivamente de peces y crustáceos. Además, concluyeron que el decápodo, *Mursia gaudichaudii*, fue la especie más importante en su dieta, mientras que el pez escorpión, *Scorpaena sp.*, fue de importancia moderada.

Por su parte, Ellis *et al.* (1996), en un estudio realizado en el Atlántico noreste mencionan que los elasmobranquios mostraron una amplia variedad de hábitos alimentarios. Observaron que las diferencias en los hábitos alimentarios son controladas por factores como la talla, estructura de la boca y dentición de cada especie, además de su distribución con relación a sus presas potenciales y a otras especies depredadoras.

En algunas especies de tiburones se han observado cambios ontogénicos en la dieta, y de acuerdo con Lowe *et al.* (1996) en Yamaguchi y Taniuchi (2000) estos cambios pueden ser atribuidos a tres factores: los tiburones más grandes pueden alimentarse de presas de mayor tamaño; las diferentes tallas de tiburones pueden ocupar diferentes hábitats; y tiburones grandes tal vez son cazadores más eficientes y capaces de capturar presas veloces.

Asimismo las diferencias ontogénicas y entre sexos pueden explicarse por el hecho de que existe una tendencia hacia la segregación por tamaños y sexos entre los tiburones. En algunas poblaciones existen segmentos de población formados por hembras sexualmente maduras, machos sexualmente maduros, y tiburones inmaduros de ambos sexos, los cuales están separados durante una gran porción del ciclo de vida, utilizando intervalos geográficos o hábitat mas o menos distintos (Springer, 1967).

3. HIPÓTESIS.

El presente trabajo pretende describir los hábitos alimentarios de los cazones *Mustelus californicus* y *Mustelus lunulatus*, con base en las siguientes hipótesis:

- Existen diferencias en la dieta para cada una de las especies en función de:
 - a) el sexo de los organismos.
 - b) la talla de los organismos (cambios ontogénicos)
- Existe diferencia en los hábitos alimentarios entre las dos especies.

4. OBJETIVOS.

General.

- Describir los hábitos alimentarios de los cazones *Mustelus californicus* y *Mustelus lunulatus*.

Particulares.

- Evaluar para cada una de las especies si existen diferencias en la dieta en función de:
 - a) el sexo de los organismos.
 - b) la talla de los organismos (cambios ontogénicos)
- Evaluar si los hábitos alimentarios de las dos especies es diferente.

5. ÁREA DE ESTUDIO.

El Alto Golfo de California posee una forma casi triangular (Lepley *et al.*, 1975 en Mascorro-Segura, 1994), y se ubica entre los 31° 00' y los 31° 45' de latitud norte y entre los 114° 30' y 114° 60' de longitud oeste (Figura 2). Al oeste se encuentra el estado de Baja California y al este el estado de Sonora. La costa oeste esta formada por grandes marismas lodosas, y al noroeste se localiza el Desierto de Altar.

El Fondo del Alto Golfo es generalmente plano, con pendientes suaves, desde la línea de costa hasta una profundidad de 15m. Presenta una amplia plataforma costera, limitada por la isobata de los 180 m y con profundidades menores a 35m en más del 30% de ésta (Fermán-Almada, 1994).

La parte norte del Golfo presenta dos estaciones, la de invierno de latitud media de noviembre a mayo y la de verano subtropical de junio a octubre (Mosiño y García, 1974 en Fermán-Almada, 1994). El clima de la zona es más continental que oceánico, ya que esta rodeado por el desierto Sonorense y por la cadena montañosa de Baja California, lo que disminuye la influencia del Océano Pacífico (Fermán-Almada, 1994).

Álvarez-Borrego *et al.* (1975), mencionan que el Alto Golfo de California presenta una variabilidad anual en temperatura superficial desde 8.2°C como mínima en Diciembre a 32.5°C como máxima en agosto. Aunque estos registros extremos se presentan principalmente en partes someras, el efecto general es muy similar dada la escasa profundidad del área. Asimismo, mencionan que, la salinidad superficial mínima

es de 32.28‰ en octubre y máxima de 41.0‰ en julio; así como una concentración máxima de oxígeno disuelto de 7.2ml/l en febrero y una mínima de 1.3ml/l en el mismo mes.

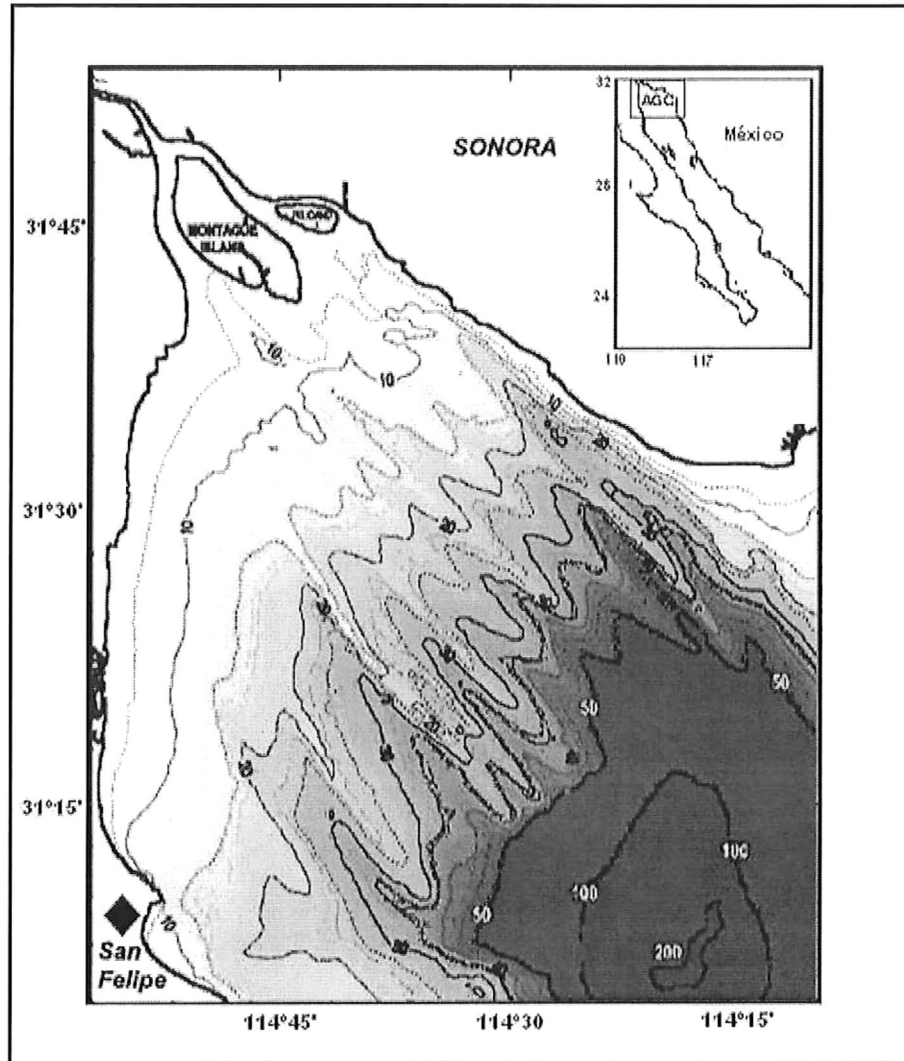


Figura 2. Localización del área de estudio y estación de muestro (San Felipe B. C. México).

Modificado de Álvarez-Borrego y Galindo-Bect (1974).

En el Alto Golfo las mareas presentan un patrón semidiurno, registrándose amplitudes hasta de 10m. Las condiciones extremas del rango de mareas ocasionan

una fuerte mezcla de agua (Álvarez-Borrego, 1983). Así mismo, el fenómeno de surgencias en la región norte se presenta durante todo el año por las fuertes corrientes de marea (Álvarez-Borrego *et al.*, 1975), lo que ocasiona que esta zona sea altamente productiva.

6. MATERIAL Y MÉTODOS.

6.1. Trabajo de Campo.

Los datos morfométricos y biológicos de los cazones *Mustelus californicus* y *Mustelus lunulatus*, se obtuvieron mediante un muestreo de las capturas mensuales (principalmente primavera y verano) de la flota artesanal (pangas) que utilizó principalmente redes agalleras de 4" de luz de malla y que operó durante el año 2002 en el puerto de San Felipe, Baja California, México (Figura 2). Estos muestreos biológico-pesqueros fueron parte del proyecto "Biología y Pesquería de Elasmobranquios del Alto Golfo de California" desarrollado por el Laboratorio de Ecología Pesquera del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).

La identificación de las especies se llevó a cabo por medio del diagnóstico de características externas e internas descritas en la revisión del género realizada por Pérez *et al.* (en revisión).

Se tomó una muestra del 10% como mínimo, cuando fue posible, de los organismos capturados por embarcación, de los cuales se registraron las siguientes medidas:

- 1) Longitud total (LT). Distancia en cm, desde la punta del hocico o morro hasta la punta del lóbulo superior de la aleta caudal (sin seguir el contorno del espécimen), con la aleta caudal en su máxima extensión.
- 2) Peso total (g).
- 3) Sexo.

Cada organismo fue disectado con un corte ventral longitudinal, desde la cloaca hasta la base de las aletas pectorales para localizar el tracto digestivo y extraer el estómago cardíaco, sección del estómago donde se puede observar los restos del último alimento ingerido por el animal (Castro, 1996) (Figura 3). Cada estómago se colectó en una bolsa de plástico y se etiquetó con los datos correspondientes (fecha, longitud total, sexo etc.). Por último, las muestras se congelaron para su posterior análisis en el laboratorio.

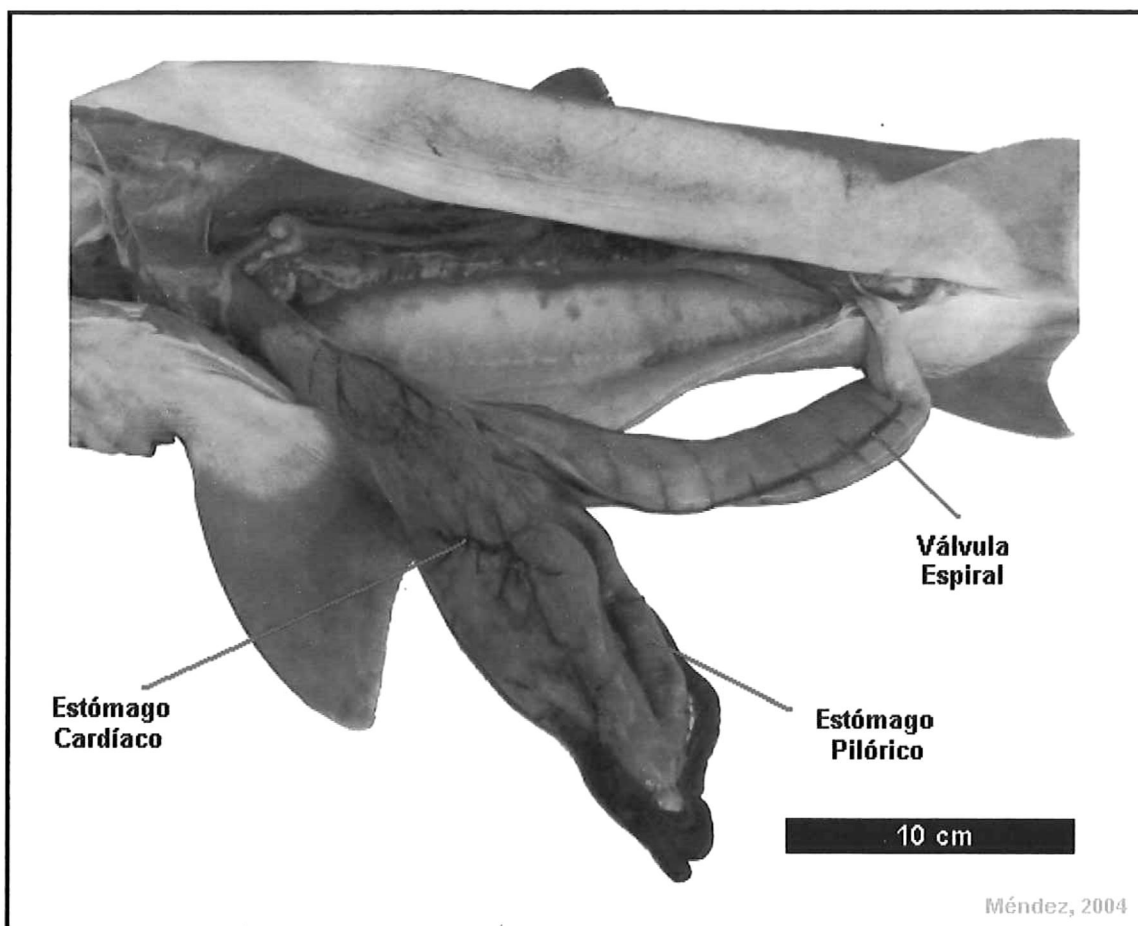


Figura 3. Localización del estómago cardíaco en los cazones *M. californicus* y *M. lunulatus*.

6.2. Trabajo de Laboratorio.

En el laboratorio, los estómagos fueron descongelados para su análisis. Inicialmente, se hizo una estimación de llenado del estómago, con el fin de obtener una aproximación de la intensidad con la que estaban comiendo los organismos al momento de su captura. Este Índice de Llenado (ILL) es una estimación subjetiva que va de 0 a 4, donde, 0 = 0%, vacío; 1 = 25%; 2 = 50%; 3 = 75%; 4 = 100%, lleno (Cailliet, 1976).

Los componentes alimentarios o presas se identificaron hasta el menor nivel taxonómico posible, con la ayuda de la guía de Brusca (1980) para la identificación de invertebrados del Golfo de California y la de Fischer *et al.* (1995) para la identificación de especies para los fines de la pesca del Pacífico Centro-Oriental. Para la identificación de los peces se utilizó la morfología externa y otolitos. Los crustáceos se identificaron por medio de sus exoesqueletos o por restos de estos y para los cefalópodos se utilizó su morfología externa y aparatos mandibulares (picos).

Las presas fueron contabilizadas y pesadas con una precisión de 0.01g. Los resultados obtenidos de esta revisión se anotaron en un formato por contenido estomacal por especie (Anexo).

6.3. Análisis de Datos.

6.3.1. Generalidades.

Con las longitudes totales de los organismos se construyeron histogramas de frecuencia para ambas especies de cazones, con el fin observar la distribución de

tallas que se obtuvo en el muestreo. Por medio de una prueba de *t* de Student (StatSoft, 2001) se probó si existían diferencias significativas entre las tallas promedio de los organismos de ambas especies.

Una vez analizados los estómagos se graficó el Índice de llenado (ILL) para comparar la intensidad con la que estaban comiendo los organismos de ambas especies al momento de su captura. Además, se construyeron curvas acumulativas de número de presas por estómago para las dos especies de cazones con el fin de determinar si se colectó un número adecuado de estómagos para describir sus hábitos alimentarios (Cailliet *et al.*, 1986).

De acuerdo con Ferry *et al.* (1997) en Gelsleichter *et al.* (1999), el orden en el cual los estómagos fueron analizados fue aleatorizado 10 veces, y cada vez el número de las nuevas presas encontradas fue acumulado. De las 10 ocasiones en que fueron acumuladas las presas se obtuvo el promedio que fue graficado contra el número de estómagos analizados.

Se elaboró un histograma con la frecuencia del número de presas observadas por estómago analizado, y se aplicó una prueba de Chi-cuadrada (StatSoft, 2001) para determinar si existían diferencias significativas en dichas frecuencias entre las dos especies de cazones.

Asimismo se calculó el porcentaje en peso del contenido estomacal con respecto al peso corporal por espécimen (%PC). Este índice compara la intensidad con

la que se están alimentando los organismos de diferentes tallas. Para graficar estos resultados se calcularon 5 intervalos de talla de 10 cm para ambas especies de cazones; sin embargo, para organismos de tallas extremas (los más pequeños y los más grandes) se agruparon en intervalos abiertos de <55 y >85 cm para *M. californicus* y de <65 y >95 cm para *M. lunulatus*. Se realizaron pruebas *t* para comprobar si existían diferencias en el %PC entre machos y hembras para cada una de las clases de tallas. También se probó si existían diferencias significativas entre clases de talla mediante un análisis de varianza (ANOVA) o la prueba de Kruskal-Wallis (para ambas especies) (StatSoft, 2001). Dichas pruebas se utilizaron según la normalidad y la homogeneidad de varianzas de los datos. En el caso en el que los datos fueron normales y existieron varianzas homogéneas se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) y en el caso contrario la prueba de Kruskal-Wallis. Para llevar a cabo las anteriores pruebas estadísticas se realizó la transformación arcoseno ($x = \arccos \sqrt{\%PC}$) según Zar (1999), debido a que los datos de peso corporal (PC) eran porcentuales.

6.3.2. Índice de importancia relativa

La composición cuantitativa de la dieta fue analizada empleando los índices de Frecuencia de Ocurrencia (%FO), Numérico (%N) y Volumétrico (%G). El índice de %FO se calculó como el número de estómagos en los cuales se encontró una presa específica y se expresa como el porcentaje del total de los estómagos analizados (Hyslop, 1980).

Para el índice Numérico (%N) se tomó en cuenta el número de presas. El número total de una presa en particular se expresó como el porcentaje del número total de presas presentes en todos los estómagos (Hyslop, 1980). Cuando las presas se encontraron en un estado avanzado de digestión: el número de peces se obtuvo mediante el conteo de pares de cristalinos u otolitos, el número de crustáceos se registró en base al conteo de tórax, telsons, pares de ojos y de quelas (Talent, 1976). El número de cefalópodos se obtuvo mediante el conteo de pares de picos (aparato mandibular).

Para la estimación del índice Gravimétrico (%G) se toma en cuenta el peso de los alimentos, ya sea peso seco o húmedo (Hyslop, 1980). En este estudio se utilizó el peso húmedo, el cual se obtuvo pesando los componentes alimentarios (presas) en una balanza gravimétrica. El peso total de una presa en particular se expresó como el porcentaje del peso total de los contenidos estomacales (Hyslop, 1980).

Posteriormente, de acuerdo con Pinkas *et al.* (1971), se calculó el índice de importancia relativa (IIR), para cada una de las presas encontradas en los estómagos y para los grupos de presas más importantes o sobresalientes en su dieta (Crustáceos, Moluscos y Peces), mediante la siguiente fórmula:

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

donde:

%N = Abundancia Numérica,

%G = Importancia Gravimétrica,

%FO = Frecuencia de Ocurrencia.

Debido a que del IIR puede resultar un amplio rango de valores, Cortés (1997) propuso una formula con la cual se obtienen valores porcentuales de dicho índice, con el fin de obtener una mejor descripción de la importancia de cada presa en la dieta del organismo:

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

donde n es el número total de presas.

Asimismo se realizaron las gráficas tridimensionales propuestas por Cortés (1997) para describir mejor los índices de %N, %G y %FO.

6.3.3. Diferencias entre sexos y entre tallas.

Para calcular si existen diferencias intraespecíficas (entre sexos y tallas) en el número de presas, éstas fueron agrupadas en cinco grupos: Estomatópodos, Cangrejos y Camarones (Crustáceos), Moluscos y Peces.

Las diferencias entre sexos y entre tallas (ontogénicas) para ambas especies de cazones, se probaron mediante el cálculo del estadístico G por medio de tablas de contingencia RxC (Crow, 1982):

$$G = 2x \sum_{i,j} X_{i,j} \ln(X_{i,j} / (X_{0i} X_{.j} / N))$$

donde, X_{ij} es el número de presas de la categoría i ingeridas por la categoría j de cazón, X_i es el número de presas de la i -ésima categoría por todos los cazones, X_j es el número total de presas ingeridas por la j -ésima categoría del cazón, y N es el número de presas totales ingeridas por todos los cazones. Este análisis estadístico presenta una distribución Chi cuadrada (X^2) con $(R-1) \times (C-1)$ grados de libertad.

Con el fin de conocer que presas son las que aportan las diferencias en dichas pruebas, del cálculo general que incluye a los cinco grupos de presas, se eliminó la presa con mayor valor del estadístico G y se volvió a correr el análisis; si todavía las diferencias fueron significativas se excluyó la siguiente presa con mayor valor de G y así sucesivamente hasta no obtener diferencias significativas (Markaida y Sosa-Nishizaki, 2003). De esta manera, las presas excluidas fueron las que contribuyeron con las diferencias y las que permanecieron en el análisis las que no aportaron diferencias entre las diferentes tallas o entre sexos.

6.3.4. Diferencias entre especies.

Para evaluar las diferencias en la dieta entre *M. californicus* y *M. lunulatus* se calculó el estadístico G por medio de tablas de contingencia $R \times C$ (Crow, 1982), siguiendo los pasos empleados para la comprobación de diferencias entre sexos y entre tallas. Asimismo, se calculó el Índice de similitud de Sorensen (Barbour *et al.*, 1973 en Cailliet, 1986) con el fin de comprobar en que porcentaje las presas son compartidas en la dieta de ambas especies, por medio de la siguiente formula:

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

donde:

c = número de presas que son compartidas,

a = número de presas de *M. californicus*,

b = número de presas de *M. lunulatus*.

6.3.5. Observación de la dentición.

Se observaron los dientes de las dos especies de cazones con la intención de hacer una breve descripción y comparación de los mismos.

6.3.6. Diferencias en las capturas.

A partir del número de organismos observados en el muestreo por lance (capturas por panga) se obtuvieron frecuencias de ocurrencia para *M. californicus*, para *M. lunulatus*, y para machos y hembras de cada especie. Éstas frecuencias fueron empleadas en una prueba de Chi-cuadrada (StatSoft, 2001) para determinar si existían diferencias significativas en las capturas por panga entre especies y entre sexos para cada una de las especies.

7. RESULTADOS.

7.1. Generalidades.

7.1.1. Estructura de tallas.

A partir del muestreo realizado se analizaron los estómagos de 180 organismos, de los cuales 87 fueron de *Mustelus californicus* y 93 de *Mustelus lunulatus*. De los 87 organismos de *M. californicus* 47 (54%) fueron hembras y 40 (46%) fueron machos (Figura 4a). También, se observó que del total de estómagos analizados para éste cazón 64 correspondieron a organismos inmaduros y 23 a organismos maduros. Por su parte, de los 93 organismos de *M. lunulatus* 44 (47%) fueron hembras y 49 (53%) fueron machos (Figura 4a). Analizando un total de 87 organismos inmaduros y 6 maduros (tallas de madurez reportadas por Perez-Jiménez *et al.*, en revisión).

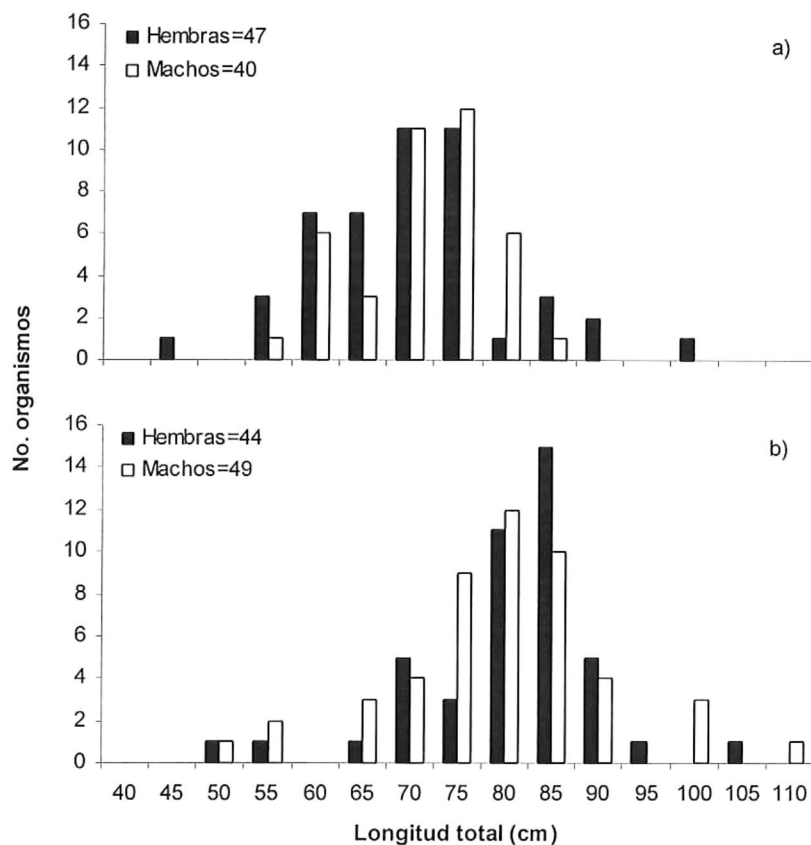


Figura 4. Frecuencias de longitud total para hembras y machos de *M. californicus* (a) y *M. lunulatus* (b).

M. californicus presentó una longitud promedio de 68.3 ± 8.9 cm con un intervalo de longitud 41.5 a 95.5 cm. En *M. lunulatus* se obtuvo una longitud promedio de 77.8 ± 10.4 cm con un intervalo de longitud de 47 a 107 cm (Figura 4b). Asimismo, se comprobó que la longitud de *M. lunulatus* es significativamente mayor que la de *M. californicus* ($t = 6.56$, $gl = 178$, $p < 0.001^*$).

7.1.2. Índice de llenado.

De los estómagos analizados de ambas especies sólo se encontró uno vacío y el resto tenían el estómago en más de un 50% de su capacidad, es decir, que el valor del Índice de llenado (ILL) generalmente obtuvo un valor de 2 o mas.

En particular, en *M. californicus* no se observó ningún estómago vacío y el 80% de los organismos presentó un valor de índice de llenado (ILL) de 2 o más (50% de su capacidad o más) y para *M. lunulatus* solamente se encontró 1 estómago vacío y el 83% presento un valor de ILL de 2 o más (Figura 5). Cabe destacar que el contenido estomacal usualmente estaba parcialmente digerido por lo que la mayor parte de las presas estaban representadas por sus estructuras duras. De los crustáceos sólo se observaron sus exoesqueletos como caparazón, quelas, telson o sus rostros. Debido a que los peces y moluscos se observaron en un estado avanzado de digestión sólo se encontraron cristalinos, otolitos y vértebras en el caso de los peces, y cristalinos y picos en calamares (moluscos).

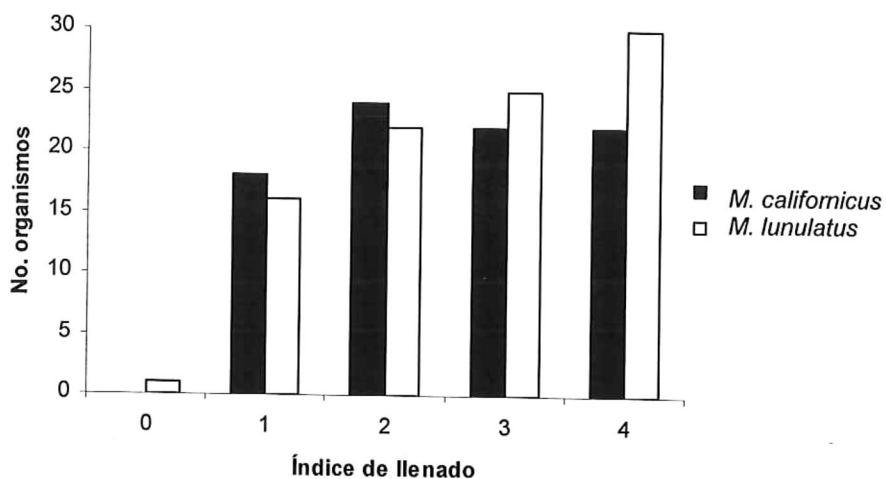


Figura 5. Frecuencias del Índice de Llenado (ILL) para *M. californicus* y *M. lunulatus*. 0 = 0%, vacío; 1 = 25%; 2 = 50%; 3 = 75%; 4 = 100%, lleno.

7.1.3. Curvas Acumulativas.

Las curvas acumulativas de presas en las dos especies muestran una relación asintótica, por lo que el número de estómagos colectados fue suficiente para describir sus hábitos alimentarios. La dieta de *M. californicus* y *M. lunulatus* puede ser descrita adecuadamente con el análisis de 40 y 80 estómagos, respectivamente (Figura 6). El número total de especies-presa encontradas en *M. californicus* y *M. lunulatus* fue de 28 y 26 respectivamente.

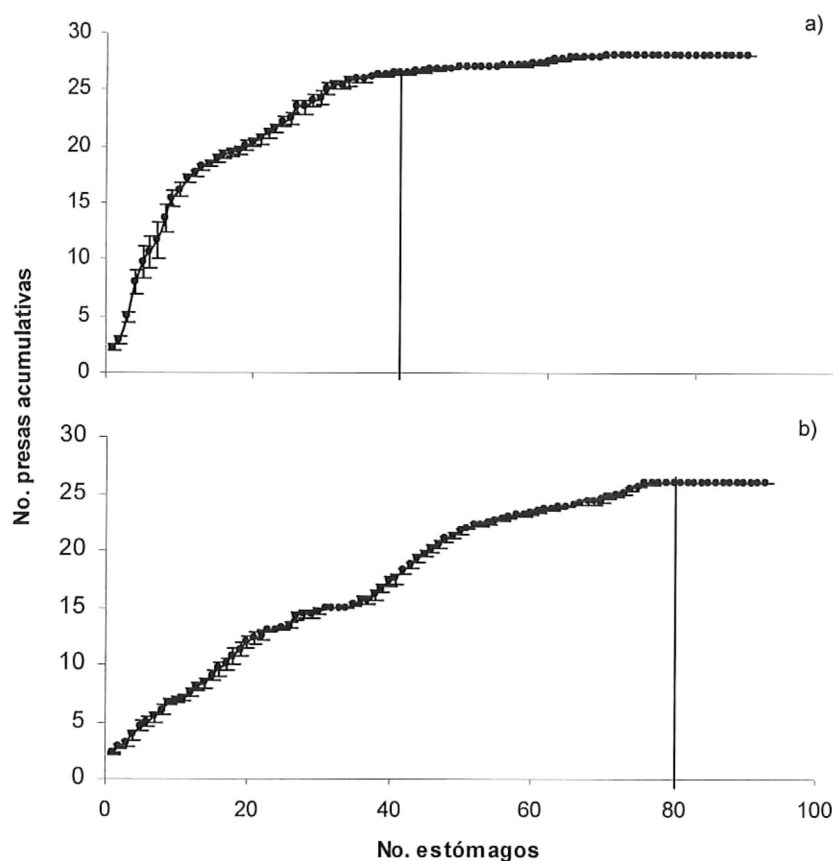


Figura 6. Curvas acumulativas de presas para *M. californicus* (a) y *M. lunulatus* (b) (media $\pm$ ES).

El número de presas promedio encontradas en los estómagos de los cazones fue diferente entre las dos especies de cazón, en *M. californicus* fue de 3.2 presas por

estómago y en *M. lunulatus* fue de 2.5, además se encontró que existen diferencias significativas en las frecuencias de número de presas encontradas en los estómagos de ambas especies ($\chi^2 = 49.45$, $gl = 4$, $p < 0.001^*$) (Figura 7). Asimismo, en *M. californicus* se observó que el 75% de los estómagos analizados contenían 3 presas o más y en *M. lunulatus* la mayor parte de los estómagos contenían de 3 o menos (80%) e incluso el 60% contenían 1 ó 2 presas.

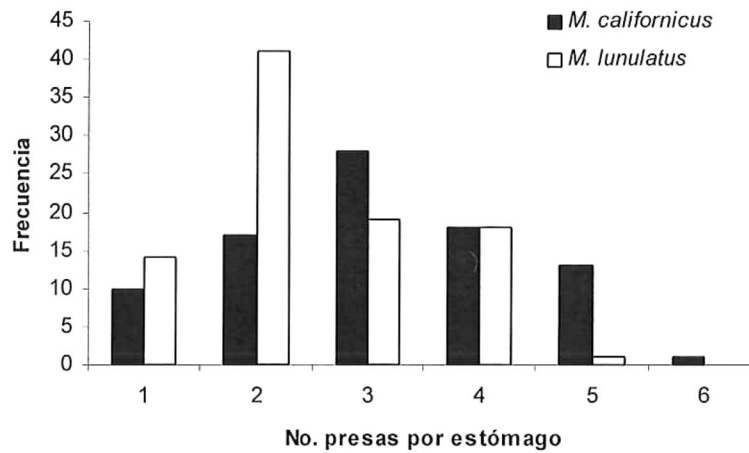


Figura 7. Frecuencia del número de presas por estómago para las especies de cazones *M. californicus* y *M. lunulatus*.

7.1.4. Peso del contenido estomacal vs. Peso corporal.

El porcentaje en peso del contenido estomacal con respecto al peso corporal (%PC) de *M. californicus* es inversamente proporcional a su tamaño, es decir, es mayor en organismos pequeños y tiende a disminuir en los de mayor talla ($H = 26.85$, g.l. = 4, $p < 0.001^*$). Se presenta una sola gráfica por que no se encontraron diferencias significativas entre sexos dentro de cada clase de talla (todas las pruebas t , $p > 0.05$) (Figura 8).

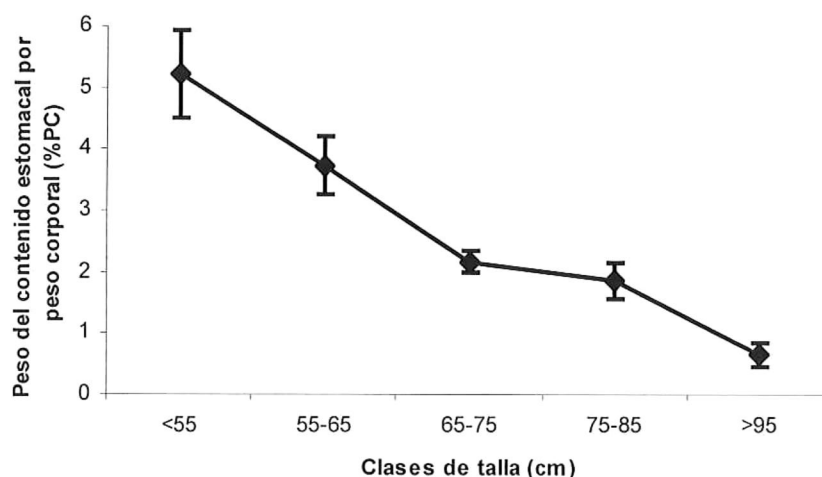


Figura 8. Porcentaje en peso del contenido estomacal con respecto al peso corporal (%PC) por clases de talla para *M. californicus* (media $\pm$ ES).

En el caso de *M. lunulatus*, al igual que *M. californicus*, el peso del contenido estomacal por peso corporal (%PC) es mayor en organismos de tallas pequeñas y tiende a disminuir en los de mayor longitud ($F = 5.85$, gl = 4, $p < 0.000$), sin embargo, en los organismos subadultos (intervalos 75 a 95 cm) no se aprecia claramente esta tendencia. Se presenta solo una grafica para ambos sexos debido a que no se encontraron diferencias dentro cada clase de talla (todas las pruebas t , $p > 0.05$), excepto en la clase de talla de 65-75 cm ($t = -2.54$, g.l. = 16, $p < 0.05$) (Figura 9).

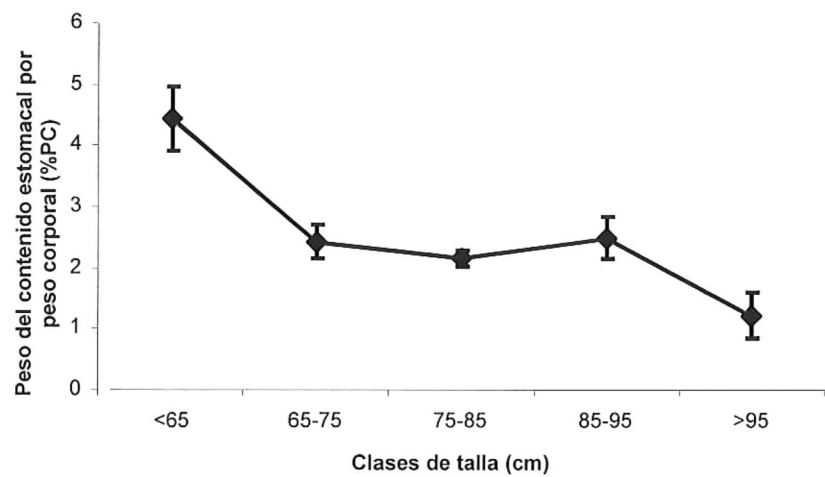


Figura 9. Porcentaje en peso del contenido estomacal con respecto al peso corporal (%PC) por clases de talla para *M. lunulatus* (media $\pm$ ES).

7.2. Dieta de *Mustelus californicus*.

En el análisis de contenido estomacal de *M. californicus* se identificaron 14 especies pertenecientes a 11 familias, las cuales se agruparon en 3 grupos de presas principales: Crustáceos, Moluscos y Peces.

En particular, para el total de presas identificadas no se encontró una clara dominancia en la composición alimentaria de *M. californicus*, sin embargo, la especie más importante fue el estomatópodo *Squilla bigelowi* que se encontró en un tercio de los estómagos (33.33 de %FO) y obtuvo un valor de 15.45 %IIR (Tabla I).

No obstante, al agrupar las presas en los tres grupos principales observamos que Crustáceos fue el grupo dominante en la dieta de *M. californicus*, ocurriendo en la mayoría de los estómagos analizados (94.25 de %FO), con un valor de índice de importancia relativa de 77.24 (%IIR). Entre las presas que destacaron en este grupo fueron los estomatópodos *Squilla sp.* y *Squilla bigelowi*, y el cangrejo *Callinectes bellicosus* con una importancia relativa (%IIR) de 5.51, 15.45 y 7.19 respectivamente (Tabla I).

El grupo Moluscos fue moderadamente consumido y estuvo presente en un 41.38% del total del estómagos analizados (%FO) y el índice de importancia relativa para este grupo fue de 4.81 %IIR. Este grupo estuvo representado solamente por un calamar del género *Loliguncula* (Tabla I).

Finalmente, Peces fue el grupo menos consumido apareciendo en poco más de un tercio del total de los estómagos (37.93 %FO) y con un valor de importancia relativa

de 3.56 %IIR. Este grupo estuvo representado por la anchoveta *Centengraulis mystecetus* y Peces no identificados con un %IIR de 1.70 y 3.40, respectivamente. El Material no identificado se encontró en casi todos los estómagos y obtuvo el valor más alto de ocurrencia con 97.70 de %FO y un porcentaje importancia relativa (%IIR) de 14.38 (Tabla I). Dentro del Material no identificado se observó principalmente material orgánico digerido, arena y algunas rocas.

Tabla I. Composición de la dieta de *Mustelus californicus* en el Alto Golfo de California, expresado en valores porcentuales de los índices de Frecuencia de Ocurrencia (%FO), Numérico (%N), Gravimétrico (%G) y en valor absoluto (IIR) y porcentual del Índice de Importancia Relativa (%IIR).

Presa	%FO	%N	%G	IIR	% IIR
CRUSTACEOS	94.25	76.57	62.69	13125.46	77.24
Estomatópodos					
Squillidae:					
<i>Squilla sp.</i>	29.89	8.87	2.23	331.66	5.51
<i>Squilla bigelowi</i>	33.33	16.67	11.22	929.71	15.45
Cangrejos					
Calappidae:					
<i>Hepatus lineatus</i>	4.60	1.08	1.05	9.77	0.16
Xantidae:					
<i>Leptodius occidentalis</i>	1.15	0.54	0.12	0.76	0.01
<i>Eurytium affine</i>	1.15	0.27	0.11	0.44	0.01
Xantidae no identificados	2.30	0.54	0.01	1.26	0.02
Portunidae:					
<i>Callinectes sp.</i>	6.90	1.61	1.42	20.94	0.35
<i>Callinectes bellicosus</i>	21.84	8.33	11.48	432.76	7.19
<i>Euphyllax robustus</i>	14.94	3.76	6.05	146.58	2.44
<i>Portunus sp.</i>	3.45	0.81	0.14	3.25	0.05
<i>Portunus xantusii</i>	12.64	4.03	5.52	120.82	2.01
Portunidae no identificados	10.34	2.69	0.61	34.12	0.57
Diogenidae:					
<i>Petrochirus californiensis</i>	9.20	2.42	3.17	51.40	0.85
Diogenidae no identificados	4.60	1.08	0.35	6.57	0.11
Cangrejos no identificados	13.79	3.23	0.37	49.58	0.82
Camarones					
Peneidae:					
<i>Farfantepenaeus californiensis</i>	6.90	1.88	3.52	37.26	0.62

Continúa...

Tabla I. Continuación.

Presa	%FO	%N	%G	IIR	% IIR
CRUSTACEOS	94.25	76.57	62.69	13125.46	77.24
Camarones					
Peneidae no identificados	5.75	1.34	0.36	9.80	0.16
Sicyonidae:					
<i>Sicyonia picta</i>	11.49	4.84	6.01	124.73	2.07
<i>Sicyonia aliaffinis</i>	1.15	0.27	0.81	1.24	0.02
Sicyonidae no identificados	9.20	3.49	1.99	50.43	0.84
Stepodidae:					
Stepodidae no identificados	4.60	1.34	0.17	6.96	0.12
Solenoceridae:					
<i>Solenocera mutator</i>	3.45	1.88	0.80	9.24	0.15
Camarones no identificados	5.75	1.34	1.32	15.33	0.25
MOLUSCOS (Cephalopoda)	41.38	12.26	7.50	817.80	4.81
Loliginidae					
<i>Lolliguncula sp.</i>	42.53	12.10	7.50	833.47	13.85
PECES	37.93	11.17	4.80	605.65	3.56
Engraulidae:					
<i>Centengraulis mysticetus</i>	12.64	3.76	4.32	102.19	1.70
Peces no identificados	26.44	7.26	0.48	204.46	3.40
OTROS	97.70	0.00	25.01	2443.63	14.38
Nematodos	2.30	1.08	0.01	2.49	0.04
Sedimentos	3.45	0.00	0.33	1.12	0.02
Material no identificado	98.85	0.00	24.67	2438.95	40.53

Asimismo, la representación gráfica tridimensional demostró que la dieta del cazón, *M. californicus*, fue claramente dominada por el grupo Crustáceos en donde los índices de %FO, %N y %G presentan valores cercanos a 100%. En contraste, Moluscos y Peces son presas poco frecuentes en su dieta y sus valores de índices %N y %G están cercanos a su origen con valores inferiores a 12.3% (Figura 10).

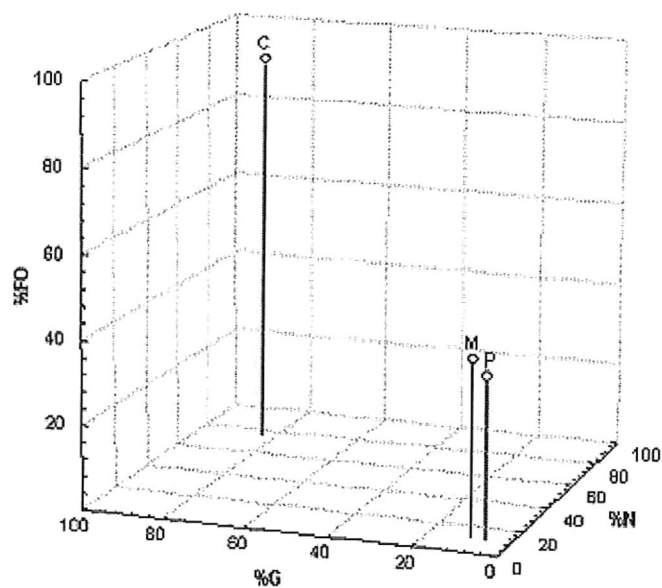


Figura 10. Representación gráfica de los índices de %FO, %N y %G para los grupos Crustáceos (C), Moluscos (M) y Peces (P) para *Mustelus californicus*.

7.2.1. Diferencias entre sexos y entre tallas.

Se observó que los machos consumen una mayor cantidad del grupo Camarones, por lo que se encontraron diferencias en la dieta entre sexos únicamente para ese grupo ($G = 13.10$, $gl = 4$, $p < 0.05$). Al eliminar el grupo Camarones del análisis, desaparecen las diferencias en la dieta entre machos y hembras ($G = 4.67$, $gl = 3$, $p > 0.05$) (Figura 11).

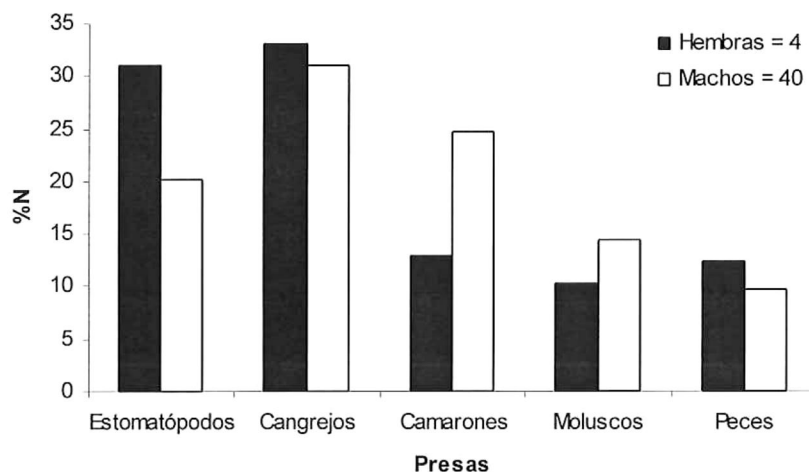


Figura 11. Porcentaje numérico (%N) de los grupos de presas para machos y hembras del cazón *M. californicus*.

Se encontró que la dieta entre tallas (estadios de desarrollo) fue diferente sólo para el grupo Cangrejos ($G = 44.69$, $gl = 16$, $p < 0.05$). Al excluir éste grupo del análisis se eliminan las diferencias ($G = 8.31$, $gl = 12$, $p > 0.05$). Cangrejos fue el grupo dominante en juveniles y disminuyó su importancia en adultos. Además, se observó que Camarones y Estomatópodos se encontraron con poca frecuencia en juveniles pero en subadultos y adultos (organismos mayores a 75 cm) fueron presas importantes en su dieta, aunque no se reflejó en diferencias significativas de acuerdo con la tabla

de contingencia. En el caso de los grupos Moluscos y Peces se observó que son poco consumidos por los organismos de todas las tallas (Figura 12).

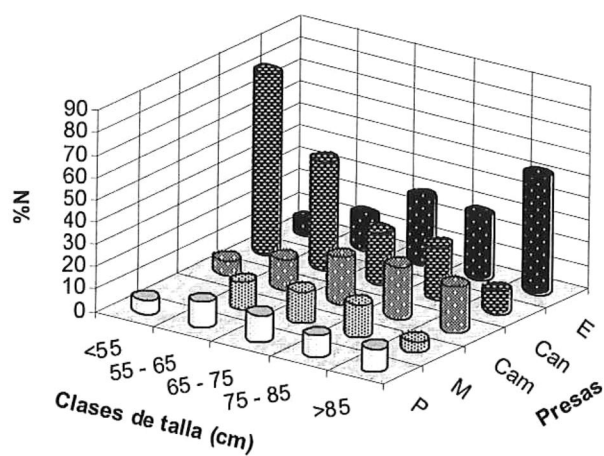


Figura 12. Porcentaje numérico (%N) por categorías de presas para cada clase de talla de *M. californicus*. E, Estomatópodos; Can, Cangrejos; Cam, Camarones; M, Moluscos; P, Peces.

7.3. Dieta de *Mustelus lunulatus*.

En el análisis de contenido estomacal de *M. lunulatus* se identificaron 11 especies pertenecientes a 10 familias, las cuales se agruparon en 3 grupos de presas principales: Crustáceos, Moluscos y Peces.

Crustáceos es el grupo dominante en la dieta de este cazón, apareciendo en la mayoría de los estómagos analizados (94.25 de %FO), y es el grupo con mayor importancia relativa en la dieta de esta especie de cazón (85.11 de %IIR). Los estomatópodos y cangrejos fueron los que más destacaron en éste grupo de presas (Crustáceos) y estuvieron representados principalmente por el estomatópodo *Squilla bigelowi* y el cangrejo *Portunus xantusii*, con una importancia relativa (%IIR) de 50.42 y 19.49, respectivamente (Tabla II).

El grupo Moluscos estuvo representado por la especie de calamar del género *Loliguncula*, la cual apareció en un tercio de los estómagos analizados para este cazón (34.41 de %FO) y el índice de importancia relativa de este grupo obtuvo un valor de 2.19 (%IIR) (Tabla II). El grupo Peces fue el menos consumido por éste cazón, apareciendo en una décima parte del total de los estómagos (11.83 de %FO) y su índice de importancia relativa fue de 0.33 (%IIR). En la mayoría de los estómagos se encontró Material no identificado (material orgánico digerido, arena y algunas rocas) con un valor de 93.55 de %FO (Tabla II).

Tabla II. Composición de la dieta de *Mustelus lunulatus* en el Alto Golfo de California, expresado en valores porcentuales de los índices de Frecuencia de Ocurrencia (%FO), Numérico (%N), Gravimétrico (%G) y en valor absoluto (IIR) y porcentual del Índice de Importancia Relativa (%IIR).

Presa	%FO	%N	%G	IIR	% IIR
CRUSTACEOS	98.92	88.40	70.28	15696.60	85.11
Estomatópodos					
Squillidae:					
<i>Squilla sp.</i>	13.98	5.24	1.64	96.20	0.97
<i>Squilla bigelowi</i>	72.04	38.99	30.68	5019.50	50.42
<i>Meosquilla sp.</i>	1.08	0.42	0.07	0.52	0.01
Cangrejos					
Calappidae:					
<i>Hepatus lineatus</i>	6.45	1.68	1.54	20.78	0.21
Xantidae:					
Xantidae no identificados	1.08	0.21	0.13	0.36	0.00
Portunidae:					
<i>Callinectes sp.</i>	2.15	0.42	0.97	2.99	0.03
<i>Callinectes bellicosus</i>	3.23	1.05	1.60	8.55	0.09
<i>Euphyllax robustus</i>	8.60	1.68	1.50	27.35	0.27
<i>Portunus sp.</i>	12.90	4.82	3.29	104.70	1.05
<i>Portunus xantusii</i>	38.71	25.16	24.98	1940.78	19.49
Portunidae no identificados	6.45	1.26	0.38	10.60	0.11
Diogenidae:					
<i>Petrochirus californiensis</i>	3.23	0.63	0.13	2.45	0.02
Diogenidae no identificados:	1.08	0.21	0.01	0.23	0.00
Cangrejos no identificados	5.38	1.05	0.14	6.40	0.06
Camarones					
Peneidae:					
<i>Farfantepenaeus californiensis</i>	1.08	0.21	0.84	1.13	0.01
Sicyonidae:					
<i>Sicyonia picta</i>	3.23	0.63	0.65	4.13	0.04
<i>Sicyonia penicillata</i>	3.23	0.63	0.61	3.99	0.04
Sicyonidae no identificados	6.45	1.47	0.49	12.66	0.13
Stenopodidae:					
Stenopodidae no identificados	2.15	0.63	0.29	1.98	0.02
Solenoceridae:					
<i>Solenocera mutator</i>	2.15	0.84	0.27	2.38	0.02
Camarones no identificados	3.23	0.63	0.05	2.20	0.02
MOLUSCOS (Cephalopoda)	34.41	8.65	3.10	404.24	2.19
Diogenidae:					
<i>Lolliguncula sp.</i>	34.41	8.60	3.10	402.37	4.04

Continua...

Tabla II. Continuación.

Presa	%FO	%N	%G	IIR	% IIR
PECES	11.83	2.95	2.24	61.45	0.33
Engraulidae:					
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	4.30	0.84	1.92	11.86	0.12
Peces no identificados	8.60	2.10	0.32	20.80	0.21
OTROS	93.55	0.00	24.38	2281.11	12.37
Nematodos	2.15	0.00	0.01	1.36	0.01
Sedimentos	5.38	0.00	0.35	1.87	0.02
Material no identificado	93.55	0.00	24.03	2248.04	22.58

En cuanto a la representación gráfica tridimensional se observó que el grupo Crustáceos fue claramente dominante en la dieta del cazón *M. lunulatus*, en donde los índices de %FO, %N y %G presentaron valores cercanos a 100%. En contraste, Moluscos fue un grupo menos frecuente apareciendo en una tercera parte de los estómagos analizados pero con índices de %N y %G por debajo de 9%. Peces fue la presa menos consumida, o bien, presa rara en la dieta de este cazón (Figura 13).

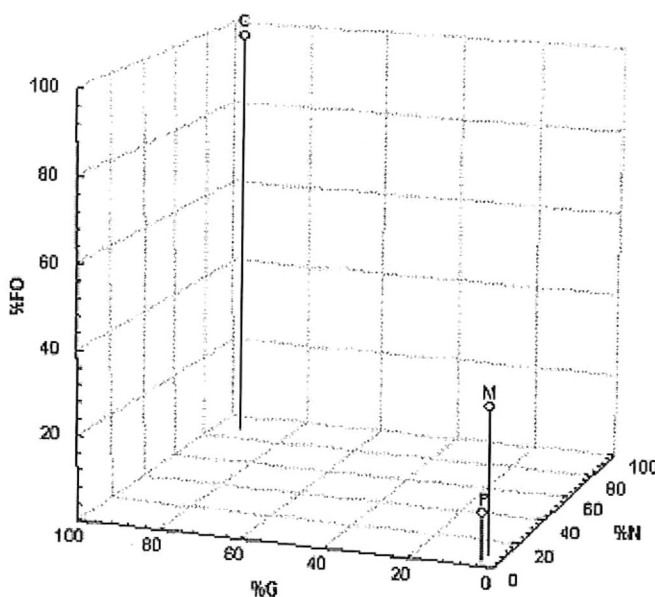


Figura 13. Representación gráfica de los índices de %FO, %N y %G para los grupos Crustáceos (C), Moluscos (M) y Peces (P) para *M. lunulatus*.

7.3.1. Diferencias entre sexos y entre tallas.

La dieta de *M. lunulatus* no fue significativamente diferente entre machos y hembras ($G = 0.37$, $gl = 4$, $p > 0.05$) debido a que la composición alimentaria de ambos sexos estuvo representada por los mismos grupos de presas. Los grupos que destacaron en su dieta fueron Estomatópodos y Cangrejos, no obstante los grupos Moluscos, Camarones y Peces también formaron parte de ésta (Figura 14).

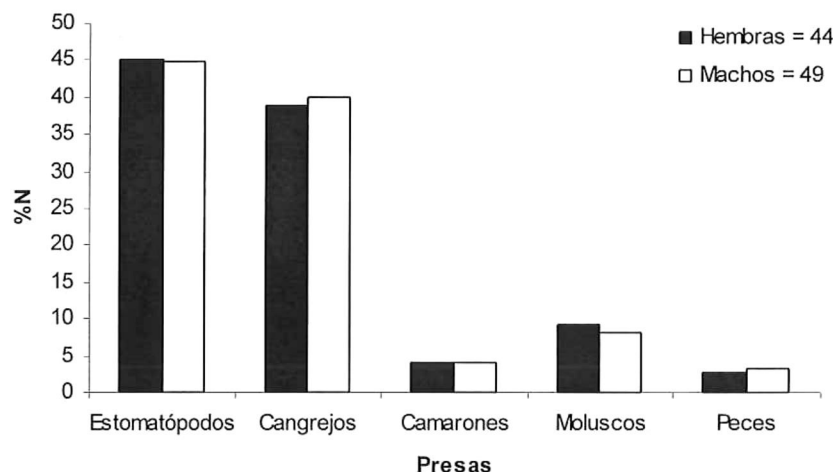


Figura 14. Porcentaje numérico (%N) de los grupos de presas para machos y hembras del cazón *M. lunulatus*.

La dieta entre las diferentes tallas de *M. lunulatus* fue significativamente diferente solo para los grupos Camarones y Moluscos ($G > 24.85$, $gl = 16$ y 12 , $p < 0.05$). Al excluir del análisis ambos grupos dejan de existir diferencias ($G = 13.80$, $gl = 8$, $p > 0.05$). Es importante señalar que los Camarones rara vez fueron consumidos, sin embargo, se observó que los juveniles consumen una mayor cantidad que subadultos y adultos. Por su parte, Moluscos fue también un grupo poco consumido y no presenta una clara tendencia a través de las diferentes tallas, aunque se observó que juveniles y adultos los consumieron en mayor grado que los subadultos.

(organismos de tallas intermedias). El grupo Estomatópodos fue consumido por juveniles, subadultos y adultos, aunque en subadultos y adultos se observó un incremento (10% aproximadamente). Por su parte el grupo Cangrejos fue la presa dominante para juveniles y subadultos pero en adultos disminuyó su consumo, de cualquier forma no existieron diferencias significativas para estos grupos de presas (Figura 15).

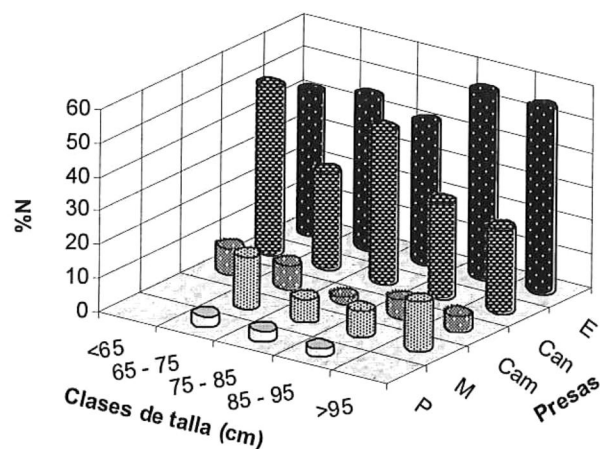


Figura 15. Porcentaje numérico (%N) por categorías de presas para cada clase de talla de *M. lunulatus*. E, Estomatópodos; Can, Cangrejos; Cam, Camarones; M, Moluscos; P, Peces.

7.4. Diferencias entre especies.

La dieta de *M. californicus* y *M. lunulatus* estuvo compuesta principalmente por Estomatópodos y Cangrejos, no obstante se encontraron diferencias altamente significativas para todos los grupos de presas ($G = 91.79$, $gl = 4$, $p < 0.001^*$) (Figura 16). *M. californicus* presentó una dieta homogénea, ya que los cinco grupos de presas fueron consumidos en proporciones similares, a diferencia de *M. lunulatus* que consumió preferentemente Estomatópodos y Cangrejos.

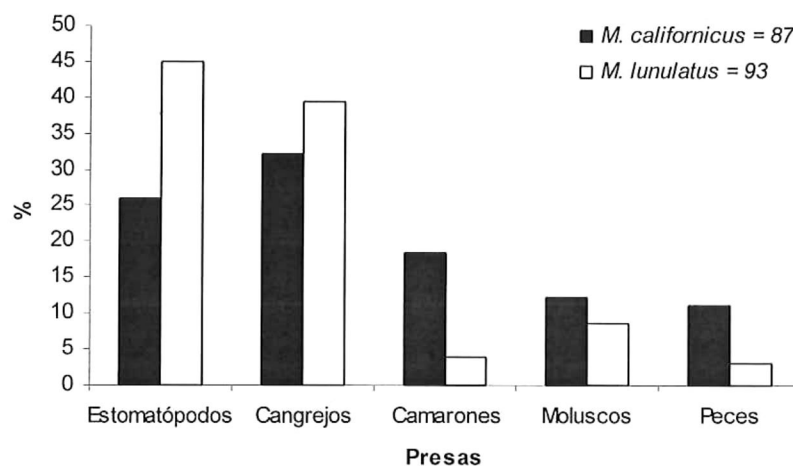


Figura 16. Porcentaje numérico (%N) de los grupos de presas de los cazones *M. californicus* y *M. lunulatus*.

A partir del índice de Sorensen se observó que *M. californicus* y *M. lunulatus* comparten el 85.7% de presas, indicando un traslape evidente con 25 presas compartidas de las 29 encontradas en ambos cazones.

7.5. Observaciones de la dentición.

Los dientes en juveniles y adultos de *Mustelus californicus* son molariformes y ligeramente asimétricos, con cúspides redondas y reducidas. En cambio, en especímenes de *M. lunulatus* menores a 105 cm (juveniles en su mayoría), los dientes

son molariformes a cuspidados y ligeramente asimétricos con cúspides primarias redondas (Figura 17). Para ninguna de las dos especies se observaron diferencias entre machos y hembras.

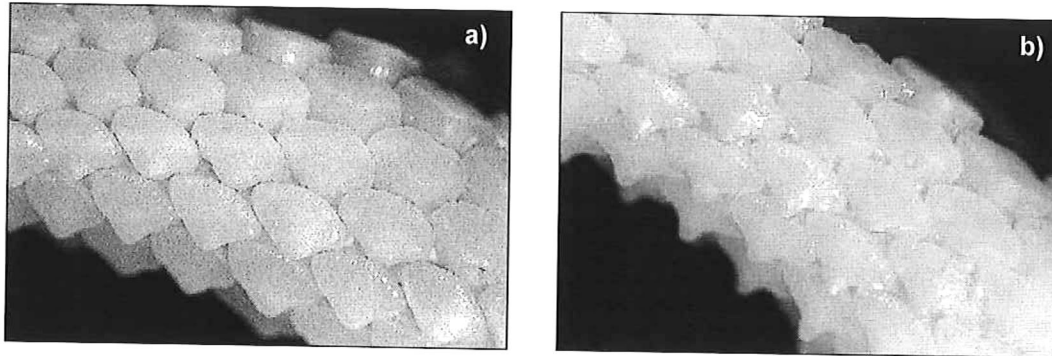


Figura 17. Dentición de *Mustelus californicus* (a) y *Mustelus lunulatus* (b).

7.6. Diferencias en las capturas.

Existieron diferencias significativas en las frecuencias de ocurrencia en los lances analizados entre *M. californicus* y *M. lunulatus* ($X^2 = 443.89$, $gl = 19$, $p < 0.001$), así como entre sexos para *M. californicus* ($X^2 = 47.43$, $gl = 18$, $p < 0.001$), sin embargo, no existieron diferencias en la frecuencia de ocurrencia entre sexos para *M. lunulatus* ($X^2 = 16.08$, $gl = 11$, $p > 0.05$).

8. DISCUSIONES.

8.1. Generalidades.

8.1.1. Estructura de tallas.

Debido a la selectividad del arte de pesca obtuvimos pocos especímenes mayores a 100 cm de longitud total. De cualquier forma, se observó que los organismos de *M. lunulatus* fueron significativamente mayores a los de *M. californicus* (promedio de 78 y 68 cm, respectivamente), lo cual concuerda con las descripciones publicadas por Compagno (1984) y Castro (1996), quienes señalan a *M. lunulatus* como la especie del género de mayor talla en el área, alcanzando los 175 cm de longitud total, a diferencia de *M. californicus* con tallas no mayores de 124 cm.

8.1.2. Índice de llenado.

Se observaron porcentajes en el Índice de llenado (ILL) para ambas especies de cazones. En *M. californicus* y *M. lunulatus* el 80% y 83% de los estómagos analizados presentaron un valor de ILL de 2 o más (50% o más) y el único estómago vacío observado fue de *M. lunulatus*. Estudios anteriores reportan que en *M. californicus* un alto porcentaje de los estómagos analizados (94%) contenían presas (Talent, 1982), lo cual es similar a lo reportado en este estudio donde un 100% de los estómagos de esta especie contenían al menos una presa. En cuanto a *M. lunulatus*, Galván-Magaña *et al.* (1989) reportaron un 73.3% de estómagos con presas, valor relativamente menor al encontrado en este estudio (99%). De acuerdo con Wetherbee y Cortés (2004), el uso de palangres para capturar tiburones puede atraer más animales con estómagos vacíos, pero es poco probable cuando se utiliza artes de pesca pasivas tales como redes agalleras o artes de pesca activas como redes de

arrastre. De esta manera, el alto porcentaje de estómagos llenos para ambas especies de cazón podría ser resultado de que todos los organismos analizados en el presente estudio fueron capturados con redes agalleras.

8.1.3. Curvas acumulativas.

Las curvas acumulativas mostraron que el número de estómagos analizados fue suficiente para describir la dieta de ambos cazones. En *M. californicus* se observó un incremento abrupto en el número acumulado de nuevas presas en los primeros 40 estómagos analizados, a diferencia de *M. lunulatus* en el cual se observó un incremento gradual. En el Atlántico Noroeste para *M. canis* y en cuatro localidades diferentes de Japón para *M. manazo* el número acumulado de nuevas presas aumentó gradualmente (Gelsleichter *et al.*, 1999; Yamaguchi y Taniuchi, 2000), similar a *M. lunulatus*, aunque para el mismo *M. manazo* en Taiwan, Yamaguchi y Taniuchi (2000) encontraron un incremento abrupto en el número acumulado de nuevas presas, similar a lo encontrado en el presente estudio para *M. californicus*.

Estas diferencias en los incrementos de nuevas presas acumuladas podrían ser explicadas por una menor especialización en la dieta de *M. californicus*, en el que un 75% consume 3 presas o más, en comparación con *M. lunulatus* en el que un 80% consume 3 presas o menos e incluso el 60% tan sólo 1 o 2 presas. Sin embargo, a pesar de estas diferencias *M. californicus* sólo consume en total dos presas más que *M. lunulatus* (28 vs 26). Esto podría estar explicado por el hecho de que el número total de presas preferenciales para estas especies no es mayor de alrededor de 30. Posiblemente, debido a una mayor plasticidad en los hábitos alimentarios de *M.*

californicus, es requerido un menor número de estómagos para describir adecuadamente su dieta, a diferencia de *M. lunulatus* que al ser menos flexible, consume principalmente dos grupos de presas (p ej. Estomatópodos y Cangrejos) y de manera intermitente las demás presas preferenciales; lo cual podría explicar el incremento gradual en la aparición de esas nuevas presas, hasta finalmente alcanzar un número de presas similar al observado en *M. californicus*.

8.1.4. Peso del contenido estomacal vs. Peso corporal.

La relación del peso del contenido estomacal por peso corporal (%PC) nos indicó una tendencia general a disminuir conforme se incrementa la talla de los cazones. Yamaguchi y Taniuchi (2000) describieron la relación del peso del contenido estomacal y el peso corporal expresado como porcentaje (%PC) para *M. manazo*, y sus resultados indicaron que no existen diferencias significativas entre machos y hembras. Asimismo, señalan que el porcentaje del contenido estomacal (%PC) es mayor en juveniles y que disminuye en adultos, lo cual es similar a lo observado en el presente estudio para ambas especies de *Mustelus*. Aunque *M. lunulatus* muestra esa misma tendencia, entre sus clases de talla de 75 a 95 cm (subadultos y adultos), no se observó una disminución. Con la información y los análisis que se muestran en el presente estudio y la literatura consultada, hasta el momento no es posible sugerir o dar una explicación adecuada para lo observado en *M. lunulatus*.

8.2. Dieta de *Mustelus californicus*.

Está documentado que las especies del género *Mustelus* se alimentan principalmente de crustáceos, aunque peces óseos, moluscos y poliquetos en

ocasiones son parte importante de su dieta (Russo, 1975; Ellis *et al.*, 1996; Gelsleichter *et al.*, 1999; Yamaguchi y Taniuchi, 2000). En particular, en el presente estudio la dieta del cazón *M. californicus* estuvo compuesta principalmente por Crustáceos, lo que concuerda con lo descrito por Talent (1982) para ésta misma especie en la ciénega de Elkhorn, California.

En el norte del Golfo de California la presa principal de esta especie fue el crustáceo estomatópodo, *Squilla bigelowi*. Dicho crustáceo de hábitat bentónico se encuentra distribuido a lo largo del Golfo de California, siendo abundante en la parte norte, y posiblemente, es la especie de estomatópodo con mayor densidad de organismos en el área de pesca 77 (Pacífico Oriental Tropical) (Hendrickx y Salgado-Barragán, 1991). Lo anterior, aunado al hábitat bentónico de ésta especie de cazón y a que los tiburones son consumidores oportunistas, explicaría por que los estomatópodos son la presa más consumida por *M. californicus*. Por su parte, el cangrejo *Callinectes bellicosus* fue otra de las presas que destacó en la dieta de este cazón, dicho cangrejo se distribuye alrededor de la costa del Pacífico Mexicano en bahías arenosas y lagunas costeras donde es abundante y por lo tanto vulnerable a ser depredado por *M. californicus*.

Otra presa importante en la dieta del cazón fue el calamar del género *Lolliguncula*, el cual se caracteriza por presentar tallas no mayores de 11 cm de longitud de manto, hábitat nerítico y costero con profundidades desde 1 a 70 m (Hendrickx y Salgado-Barragán, 1991), hábitat en donde también son abundantes los organismos de *M. californicus* que consumen estos moluscos. Es importante señalar

que el índice de importancia relativa (%IIR) para calamares podría estar subestimado, ya que la digestión de sus tejidos blandos es muy rápida y por lo tanto solo fue posible encontrar sus aparatos mandibulares (picos) y plumas que pesaban aproximadamente 0.01-0.02 g, razón por la que el valor del índice gravimétrico (%G) fue bajo. Por otra parte, debido a que los tiburones se alimentan de manera intermitente (Wetherbee y Cortés, 2004), se observaron diferentes grados de digestión en los estómagos analizados, provocando que el valor de %IIR del Material no identificado fuera elevado (40.53).

8.2.1. Diferencias entre sexos y entre tallas.

En *M. californicus* se comprobó que existen diferencias significativas en la dieta entre hembras y machos para el grupo Camarones, lo cual concuerda con lo señalado por varios autores quienes han reportado diferencias en la dieta de tiburones entre machos y hembras para determinadas presas. Estas diferencias pueden deberse a la segregación sexual por lo que hembras y machos tienen acceso a diferentes hábitats, así como a diferentes presas (Springer, 1967; Wetherbee y Cortés, 2004). En el presente trabajo se encontraron diferencias significativas entre machos y hembras en su frecuencia de ocurrencia en los lances analizados, lo que sugiere que podría existir una segregación y por lo tanto la posibilidad que puedan encontrar diferentes presas.

Por otro lado, se comprobó que existen cambios ontogénicos en la dieta de *M. californicus*, aun que sólo para el grupo Cangrejos. Yamaguchi y Taniuchi (2000) también reportaron cambios ontogénicos en la dieta de *Mustelus manazo*. Estos cambios según Lowe *et al.* (1996) en Yamaguchi y Taniuchi (2000), podrían ser

atribuidos a tres factores: a) los tiburones más grandes pueden alimentarse de presas de mayor tamaño; b) las diferentes tallas de tiburones pueden ocupar diferentes habitats; y c) los tiburones grandes podrían ser cazadores más eficientes y capaces de capturar presas veloces.

Las diferencias ontogénicas en *M. californicus* podrían deberse a los dos primeros factores mencionados anteriormente, ya que: a) por un lado los juveniles consumen principalmente pequeños cangrejos, los subadultos presentan una dieta más diversa y los adultos se alimentaron principalmente de estomatópodos grandes; aunque no se encontraron diferencias significativas para el grupo estomatópodos se observó que alrededor del 50% de lo que consumen los organismos mayores a 85 cm estuvo basado en este grupo; b) los juveniles y adultos pueden ocupar hábitats diferentes y por lo tanto alimentarse de presas diferentes. Los resultados de este estudio sugiere que hay una separación espacial entre juveniles y adultos de *M. californicus*, en donde los juveniles se alimentan de cangrejos, principalmente de *Callinectes bellicosus* que se encuentra distribuida aproximadamente hasta 20 m de profundidad (Hendrickx y Salgado-Barragan, 1991), zona en la cual podrían estar distribuidos los juveniles. En cambio, los adultos se alimentan principalmente de estomatópodos, *Squilla bigelowi*, presa que se distribuye desde 100 a 700 m (Hendrickx y Salgado-Barragán, 1991), profundidades a las que los adultos podrían tener acceso.

8.3. Dieta de *Mustelus lunulatus*.

La composición de la dieta de *Mustelus lunulatus* se encontró que se basa principalmente en crustáceos, sin embargo, moluscos y teleósteos también formaron parte de su dieta pero en menor grado. Lo cual concuerda con estudios anteriores para especies del mismo género, en donde argumentan que estos cazones se alimentan principalmente de crustáceos, y que en ocasiones peces óseos, moluscos y poliquetos también son parte importante de su dieta (Russo, 1975; Ellis *et al.*, 1996; Gelsleichter *et al.*, 1999; Yamaguchi y Taniuchi, 2000). Asimismo, Galván-Magaña *et al.* (1989), resaltan que el cazón *M. lunulatus* se alimenta principalmente de crustáceos y peces.

En particular, para este estudio sobre la dieta del cazón *M. lunulatus*, se destacó como presa principal el crustáceo estomatópodo de hábitat bentónico, *Squilla bigelowi*, el cual se encuentra distribuido a lo largo del Golfo de California y es sumamente abundante en la parte norte del Golfo de California (Hendrickx y Salgado-Barragán, 1991). Debido a que el hábitat y distribución de este estomatópodo es similar a la de *M. lunulatus*, y a que los tiburones son consumidores oportunistas explicaría por que los estomatópodos son la presa más consumida por este cazón. El cangrejo *Portunus xantusii* fue una presa importante en la dieta del cazón, presa que es extremadamente común a lo largo de las costas de todo el Pacífico Central Tropical y que se encuentra distribuido en la plataforma continental hasta unos 270 m de profundidad, aunque son más comunes entre los 10 y 100 m (Hendrickx y Salgado-Barragán, 1991) profundidad donde es principalmente capturado *M. lunulatus*. Aunque no tan evidente en el índice de importancia relativa, el calamar del género *Lolligucula*,

fue una presa moderadamente consumida. Para esta presa el %IIR podría estar subestimado por el índice gravimétrico (%G) (ver discusión de *M. californicus*).

8.3.1. Diferencias entre sexos y ontogénicas.

No existieron diferencias entre sexos en los hábitos alimentarios del cazón, lo cual podría deberse a que un gran porcentaje de organismos de esta especie consume pocas presas, es decir, un 80% consume 3 presas o menos e incluso el 60% tan sólo 1 o 2 presas. Las presas *Squilla bigelowi* y *Portunus xantusii* son de los invertebrados bentónicos más abundantes en la zona y fueron frecuentemente observadas en los estómagos, lo que resulta en altos valores de %IIR (50.42 y 19.49, respectivamente). Lo anterior sugiere que *M. lunulatus* es oportunista hacia estas presas abundantes, y de esta manera maximizan su consumo con un gasto mínimo de energía, como lo sugiere Wetherbee *et al.* (1990) para varias especies de tiburones. Por lo tanto, hembras y machos se están alimentando de las mismas presas.

Este traslape en la dieta también podría explicarse debido a que no exista una segregación por sexos en los organismos analizados, ya que se ha sugerido que dicha segregación se presenta solo en organismos adultos (Springer, 1967; Stillwell y Kohler, 1982). En el presente trabajo el 93% de los organismos fueron juveniles y subadultos, estadios en los cuales no fue posible observar una segregación por sexos. Además, no se encontraron diferencias significativas en las frecuencias de ocurrencia entre hembras y machos en los lances analizados para este cazón.

Los cambios ontogénicos en la dieta han sido anteriormente documentados para diferentes especies de tiburones. Talent (1976), reportó que los juveniles del tiburón leopardo, *Triakis semifasciata*, consumen principalmente una especie de cangrejo, pero al incrementar la talla se alimentan de una mayor variedad de presas. Asimismo, Yamaguchi y Taniuchi (2000), encontraron diferencias ontogénicas en la dieta de *Mustelus manazo*, en el cual algunas presas presentaron una tendencia a disminuir con el incremento en la longitud del cazón. Los resultados anteriores son similares a lo observado en el presente estudio, ya que la dieta de *M. lunulatus* presentó cambios ontogénicos para distintos grupos de presas (Camarones, Moluscos), aunque estos grupos fueron poco consumidos ($\%IIR \leq 2.19$).

A pesar de que existieron diferencias significativas sólo para Camarones y Moluscos, se observó que los organismos entre 85-107 cm consumen principalmente Estomatópodos, es decir, más del 50% de las presas que consumieron los organismos de esas tallas corresponden a este grupo. *M. lunulatus* es una especie que puede alcanzar 175 cm de longitud total (Compagno, 1984), de tal manera que la tendencia a alimentarse en mayor grado de Estomatópodos y en menor grado de Cangrejos, como en *M. californicus*, se observaría claramente al incrementar el intervalo de talla de los organismos analizados.

8.4. Diferencias entre *M. californicus* y *M. lunulatus*.

Existieron diferencias significativas entre la dieta de los cazones *M. californicus* y *M. lunulatus* para todos los grupos de presas. La dieta de *M. californicus* estuvo compuesta, en orden de importancia, por Cangrejos, Estomatópodos y Camarones. En

cambio, la dieta de *M. lunulatus* estuvo constituida principalmente por Estomatópodos y Cangrejos. Según Ellis *et al.* (1996), las diferencias en la dieta son controladas por factores como: a) la talla, b) estructura de la boca y dentición, c) así como su distribución en relación a sus presas potenciales y otras especies depredadoras.

Los resultados encontrados en este estudio sugieren que las diferencias interespecíficas podrían deberse en cierto grado a los tres factores mencionados por Ellis *et al.* (1996), ya que: a) los organismos de *M. californicus* fueron significativamente menores a los de *M. lunulatus*, por lo que *M. lunulatus* podría ser mas eficiente en la captura de presas mayores; b) la dentición en ambas especies es diferente, es decir, su habilidad para manipular presas podría diferir; y c) su frecuencia de ocurrencia en los lances analizados fueron significativamente diferentes, por lo que sus rangos de distribución pudieran ser distintos, dándoles acceso a diferentes presas.

Aun se desconoce cual es la función de los dientes durante la captura y manipulación de las presas, de cualquier manera en muchos casos parece existir una buena relación ecomorfológica entre la dieta, comportamiento alimentario y morfología de los dientes en tiburones (Motta y Wilga, 2001).

En contraste con las diferencias en la dieta encontradas entre especies (sección 7.4), el índice de similitud de Sorensen demostró que un 92.5% de las presas son compartidas por ambos cazones (25 de las 29 en total), lo cual podría sugerir que las diferencias interspecíficas no están dadas por una dieta completamente distinta, sino por un consumo diferencial de sus presas preferenciales, es decir, que de las

presas que consumen ambos cazones, (por ejemplo del grupo Crustáceos) *M. californicus* se alimenta de *Squilla sp.*, *C. bellicosus*, *E. robustus*, *P. xantusii* y *S. Picta*; en cambio, *M. lunulatus* consume sólo *S. bigelowi* y *P. xantusii*. Entonces, *M. lunulatus* es especialista dentro de este grupo de presas y *M. californicus* es generalista dentro de ese mismo grupo de presas. Además, esta tendencia en los hábitos alimentarios de ambas especies de cazón, sugiere que existe una repartición de recursos. McEachran *et al.* (1976) mencionan que el análisis de hábitos alimentarios de especies que cohabitan indica por lo menos un parte de las presas potenciales que están disponibles para ambas especies. Así, la división de recursos se ve indicada si las dos especies se alimentan de diferentes presas o en diferentes proporciones de las mismas presas.

En este estudio no fue posible demostrar la existencia de competencia entre *M. californicus* y *M. lunulatus*, ya que la descripción de sus hábitos alimentarios está limitada a una pequeña región de la distribución geográfica de ambas especies. De acuerdo con McEachran *et al.* (1976) los estudios de hábitos alimentarios limitados a un área pequeña del rango geográfico total de las especies da una pobre aproximación a la interacción competitiva entre especies simpátricas.

8.5. Observaciones de la dentición.

Según Yamaguchi y Tanuichi (2000), la dentición del género *Mustelus* es inusual entre los carcariniformes vivientes debido a la presencia de cúspides bajas con formas redondeadas, y la base de los dientes en forma plana. Algunos miembros del género como *M. californicus* y *M. lunulatus*, con dentición molariforme han desarrollado un mecanismo de alimentación donde la presa es triturada (Moss, 1977). La poca

proyección de la mandíbula superior puede estar relacionada a un tipo de alimentación donde trituran la presa en lugar de cortarla o desgarrarla (Moss, 1977). Yamaguchi y Taniuchi (2000) sugieren que *M. manazo* presenta dos estrategias de alimentación: la primera que involucra cavar o remover sin triturar a invertebrados que hacen su madriguera en sustratos lodosos, y la segunda que consiste en triturar a la presa sobre la superficie del sustrato. Razón por la cual los cazones *M. californicus* y *M. lunulatus*, que habitan en fondos lodosos y arenosos del Alto Golfo de California, sugiere que consumen principalmente crustáceos bentónicos.

9. CONCLUSIONES.

El alto porcentaje de estómagos con presas para ambas especies de cazón posiblemente estuvo influenciado por el arte de pesca, ya que todos los organismos fueron capturados con redes agalleras.

Las curvas acumulativas de presas demostraron que el número de estómagos analizados fue suficiente para describir los hábitos alimentarios de ambos cazones.

La dieta de *M. californicus* se basó principalmente en el grupo Crustáceos, siendo las presas principales el estomatópodo *Squilla bigelowi* y el cangrejo *Callinectes bellicosus*. Los grupos de Moluscos y Peces fueron presas moderadamente consumidas.

Para *M. californicus* se comprobó que existieron diferencias significativas en la dieta entre machos y hembras para el grupo Camarones. Asimismo, se demostraron diferencias ontogénicas para el grupo Cangrejos.

La dieta de *M. lunulatus* se basa principalmente en el grupo Crustáceos, siendo la presa dominante el estomatópodo *Squilla bigelowi*. Moluscos y Peces también fueron grupos de presas presentes en su dieta.

Para *M. lunulatus* se comprobó que no existieron diferencias significativas en la dieta entre machos y hembras. Por otro lado, se demostraron diferencias ontogénicas para los grupos Camarones y Moluscos.

Se demostró que la dietas de *M. californicus* y *M. lunulatus* fueron significativamente diferentes para todos los grupos principales de presas: Estomatópodos, Cangrejos, Camarones, Moluscos y Peces.

El índice de similitud de Sorensen reveló que el 92.5 % de las presas consumidas por los cazones son compartidas.

10. REFERENCIAS.

- Álvarez-Borrego, S. 1983. **Gulf of California**. En: Ketchum, B. H. (ed.), *Ecosystems of the world 26. Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier Scientific Publishing Company. 427-429 pp.
- Álvarez-Borrego, S. y L.A. Galindo-Bect. 1974. **Hidrología del Alto Golfo de California I. Condiciones durante otoño**. *Ciencias Marinas*, 1 (1): 47-64.
- Álvarez-Borrego, S., B.P. Flores Báez, L.A. Galindo Bect. 1975. Hidrología del Alto Golfo de California II. Condiciones durante invierno, primavera y verano. *Ciencias Marinas*, (2): 21-36.
- Barbour, M.G., R.B. Craig, F.R. Drysdale y M.T. Ghiselen. 1973. **Coastal ecology of Bodega Head**. Berkeley, University of California Press. 338 p.
- Brusca, R.C. 1980. **Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California, Mexico**. Proc. Biol. Soc. Wash., 100: 529-231.
- Cailliet, G.M. 1976. **Several approaches to the feeding Ecology of fishes**. En: Simenstad, C.A y S.J. Lipovsky. *Fish Food Habits Studies. 1st Pacific Northwest Technical Workshop*. Washington Sea Grant; Division of Marine Resources. 1-13.
- Cailliet, G.M., M.S. Love y A.W. Ebeling. 1986. **FISHES. A Field and Laboratory Manual on Their Structure, Identification, and Natural History**. Wadsworth, Inc. Belmont, California. 194 pp.
- Castro, J.I. 1996. **The sharks of north american waters**. Texas AM University Press. Second printing. 180pp.
- Christensen, V., y D. Pauly, 1993. **Trophic models of aquatic ecosystem**. ICLARM Conference Proceedings 26. Manila: International Center for Living Resources Management. 390 p.
- Christensen, V., y C.J. Walters. 2003. Ecopath with Ecosim: methods, capabilities and limitations. Ecological Modelling. En prensa.
- Compagno, L.J. 1984. **An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date**. Part. 2. *FAO Fisheries Synopsis No. 125*. Vol. 4: 251-633.
- Compagno, L.J. 1989. **Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space**. *Eviron. Biol. Synop. Fish.* 33-75.

- Compagno, L.J. 1990. **Sharks exploitation and conservation**. En: Pratt Jr., H.L., S.H. Gruber y T. Taniuchi (Eds). **Elasmobranchs as living resources: advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of Fisheries**. U. S. Dept. Commerce, NOAA Technical Report NMFS 90. 391-414.
- Cortés, E. 1997. **A critical review of methods of studying fish based on analysis of stomach content: application to Elasmobranch fishes**. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **54**: 726-738.
- Cortés, E. y S.H. Gruber. 1990. **Diet, feeding habits and estimates of daily ration of young lemon sharks, *Negaprion brevirostris* (Poey)**. *Copeia*, **1**: 204-218.
- Crow, M.E. 1982. **Some statistical techniques for analyzing the stomach contents of fish**. En: Cailliet, G.M. y C.A. Simenstad (Eds). *Gutshop '81, Fish Food habits studies. Proceedings of the Third Pacific Workshop, Pacific Grove, CA, 6-9 December 1981*. 8-15.
- Ellis, J.R., M.G. Pawson y S. Eshackley. 1996. **The comparative feeding ecology of six species of sharks and four species of ray (Elasmobranchii) in the north-east Atlantic**. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **76**: 89-106.
- Fermán-Almada, J.L. 1994. **Programa de Manejo integrado de la reserva de la biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado**. *Tesis de Maestría*. FCM UABC. Ensenada, B. C., México. 92 p.
- Ferry, L.A., S.L. Clark y G.M. Cailliet. 1997. **Sample size and data analysis: are we characterizing and comparing diet properly?** En: MacKinlay, D., y K. Shearer (Eds). **Feeding ecology and nutrition in fish: Proceedings of the Symposium on the Biology of Fishes**, San Francisco. 71-80 pp.
- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter, V.H. Niem. 1995. **Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental**. Volumen I, II, III. Roma FAO. 1813 p.
- Galván Magaña, H.J. Nienhuis y A.P. Klimley. 1989. **Seasonal Abundance and Feeding Habits of Sharks of the Lower Gulf of California, México**. *Calif. Fish Game.*, **75** (2): 74-84.
- Gelsleichter, J., J. Musick y S. Nichols. 1999. **Food habits of the smooth dogfish (*Mustelus canis*), dusky shark (*Carcharhinus obscurus*) and the sand tiger**

- shark (*Carcharias taurus*) from the northwest Atlantic Ocean.** *Environ. Biol. Fish.*, **54**: 205-217.
- Gruber, S.H. 1977. **The visual system of sharks: adaptations and capability.** *Amer. Zool.*, **17**: 453-469.
- Gruber, S.H. y H.A. Myrberg. 1977. **Approaches to the study of the behavior of sharks.** *Amer. Zool.*, **17**: 471-486.
- Heemstra, P.C. 1997. **A review of the smoothhound sharks (Genus *Mustelus*, Family *Triakidae*) of the western Atlantic Ocean, with descriptions of two new species and new subspecies.** *Bull. Mar. Sci.*, **60**(3): 894-928.
- Hendrickx, M. E. 1995. **Estomatópodos, Camarones y Cangrejos.** En: Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter & V. H. Niem (eds.). **Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental.** Volumen. 1. Plantas e invertebrados. Roma FAO. 355-636 pp.
- Hendrickx., M.E. y J. Salgado-Barragán. 1991. Los Estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico Mexicano. Publicaciones especiales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM, 10: 200 p.
- Hyslop, E. 1980. **Stomach Content Analysis – a review of methods and their application.** *J. Fish. Biol.*, **17**: 411-429.
- Lepley, L.K., S.P. Vonder Haar, J.R. Hendrickson y R.G. Calderón. 1975. **Circulation in the northern Gulf of California from orbital photographs and ship investigation.** *Ciencias Marinas*, **2**(2): 86-93.
- Lowe, C. G., B. M. Wetherbee, G. L. Crow, y A. L. Tester. 1996. **Ontogenetic dietary shifts and feeding behavior of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, in Hawaiian waters.** *Environ. Biol. Fish.*, **47**: 203-211.
- Mascorro Segura, R.J. 1994. **Variación de la temperatura, salinidad y oxígeno en dos localidades del Alto Golfo de California.** *Tesis de Licenciatura.* FCM UABC. Ensenada, B. C., México. 63 p.
- Medved, R., C.E. Stillwell y J.G. Casey. 1988. **The rate of food consumption of young sandbar shark (*Carcharhinus plumbeus*) in Chincoteague Bay, Virginia.** *Copeia*, **4**: 956-963.

- Heithaus, R.M. 2004. **Predator-Prey Interactions**. En: Jeffery C. Carrier, John A. Musick, Michael R. Heithaus (Eds). **Biology of sharks and their relatives**. CRC PRESS. 596 pp.
- McEachran, J.D., D.F. Boesch, y J.A. Musick. 1976. **Food division within two Sympatric species-pairs of skates (Pisces: Rajidae)**. *Marine Biology*, **35**: 301-317
- Mosiño, P. y E. García. 1974. **The climate of Mexico**. En: Bryson R. A. y F. K. Hare (eds.). *World Survey of Climatology*, Vol. **2**, *Climates of north America*, Elsevier, New York. 345-404.
- Moss, S.A. 1977. **Feeding mechanisms in sharks**. *Amer. Zool.*, **17**: 355- 364.
- Motta, J. P. y D. C. Wilga. 2001. **Advances in the study of feeding behaviors, mechanisms, and mechanics of sharks**. *Environ. Biol. Fish.*, **60**: 131-156
- Pérez-Jiménez, J.C., O. Sosa-Nishizaki y J.L. Castillo-Géniz. En revisión. **A new Northern Gulf of California smooth-hound shark (Genus *Mustelus*, Family Triakidae) and a comparison with the smooth-hounds sharks present in the area**.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant y I.L.K. Iverson, 1971. **Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters**. *Calif. Fish Game*, **152**: 1-105.
- Polivina, J.J. 1984. **Model of a coral reef ecosystem. I. The Ecopath model and its application to French Frigate Shoals**. *Coral Reefs*, **3**: 1-11.
- Russo, R.A. 1975. **Observations on the food habits of leopard shark (*Triakis semifasciata*) and brown smoothhound (*Mustelus henlei*)**. *Calif. Fish Game*, **61**: 95-103.
- Springer, S. 1967. **Social organization of shark populations**. En: Gilbert, P.W., R.F. Mathewson and D.P. Rall. (Eds) *Sharks, Skates and Rays*. Baltimore, Md., John Hopkins Press. 149-174 pp.
- StatSoft, Inc. (2001) STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com
- Stevens, J.D., R. Bonfil, N.K. Dulby y P.A. Walker. 2000. **The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems**. *ICES Journal of Marine Science*, **57**: 476-494.

- Stillwell, C.E. y N.E. Kohler. 1982. **Food, feeding habits and estimates of daily ration of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the northwest Atlantic.** *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39**: 407-414.
- Talent, L.G. 1976. **Food habits of the leopard shark, *Triakis semifasciata*, in Elknorn Slough, Monterey Bay, California.** *Cal. Fish Game*, **62**: 286-298.
- Talent, L.G. 1982. **Food habits of the gray smoothhound, *Mustelus californicus*, the brown smoothhound, *Mustelus henlei*, the shovelnose guitarfish, *Rhinobatus productus*, and the bat ray, *Myliobatis californica*, in Elknorn Slough, California.** *Calif. Fish Game*, **68**: 224-234.
- Thompson, K.S. y D.E. Simanek. 1977. **Body form and locomotion in sharks.** *Amer. Zool.*, **17**: 343-354.
- Wetherbee, B.M., y E. Cortés. 2004. **Food Consumption and Feeding Habits.** En: Carrier, J.C., J.A. Musick, M.R. Heithaus (Eds). **Biology of sharks and their relatives.** CRC PRESS. 596 pp.
- Wetherbee, B.M., S.H. Gruber y E. Cortés. 1990. **Diet Feeding Habits, Digestion, and Consumption in sharks, with Special Reference to the Lemon Shark, *Negaprion brevirostris*.** En: Pratt Jr., H.L., S.H. Gruber y T. Taniuchi (eds). *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology. Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries.* NOAA Technical Report 90. 29-47 pp.
- Yamaguchi, A. y T. Taniuchi. 2000. **Food variations and ontogenic dietary shift of the Starspotted dogfish, *Mustelus manazo*, at five locations in Japan and Taiwan.** *Fisheries Sci.*, **66**: 1039-1048.
- Zar, J.J. 1999. **Biostatistical Analysis.** Cuarta Edición. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, E.U. 929 p.

ANEXO.

Formato No. ____

Especie:

No.	Fecha	LT	Sexo	Peso	Peso del contenido	No. presas	ILL

[illegible]

Especie:

No.	Fecha	LT	Sexo	Peso	Peso del contenido	No. presas	ILL

[illegible]

Especie:

No.	Fecha	LT	Sexo	Peso	Peso del contenido	No. presas	ILL

[illegible]